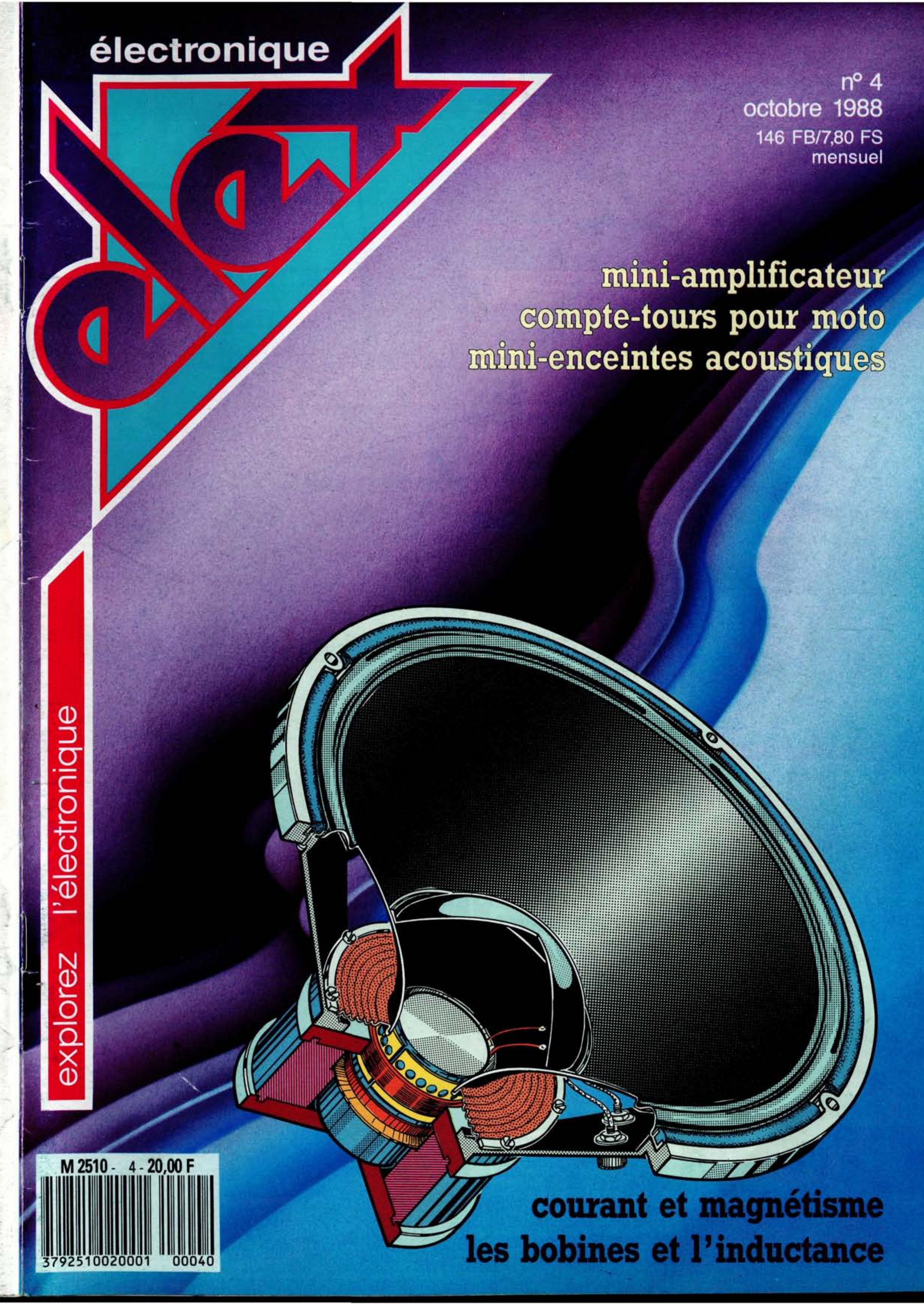
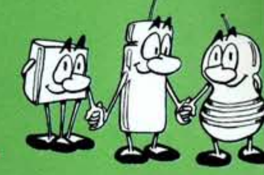


électronique
elex
n° 4
octobre 1988
146 FB/7,80 FS
mensuel
mini-amplificateur
compte-tours pour moto
mini-enceintes acoustiques
explorez l'électronique
M 2510 - 4 - 20,00 F
3792510020001 00040
courant et magnétisme
les bobines et l'inductance





E · L · E · X
BP 53
59270 BAILLEUL



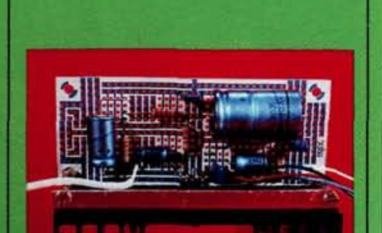
(abonnements : voir cartes en encart à la fin de ce numéro)

SOMMAIRE ELEX N°4

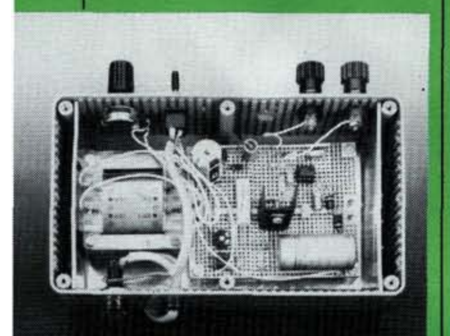


R · U · B · R · I · Q · U · E · S



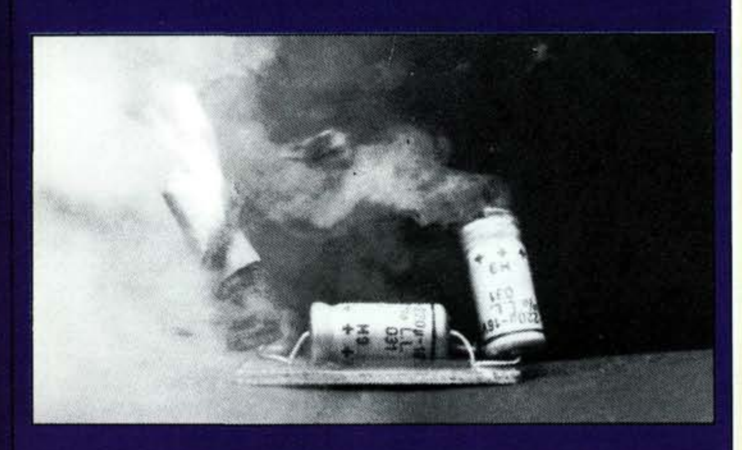


R · E · A · L · I · S · A · T · I · O · N · S





éditorial



Allez, la cadence est prise maintenant. Voici déjà le quatrième numéro de ce magazine lancé au printemps dernier pour le plaisir d'un nombre sans cesse croissant de lecteurs. D'après vos lettres, vous avez en commun quelques traits de caractère bien sympathiques; jeunes vous l'êtes tous en électronique, avec ou sans tempes grisonnantes. Enthousiastes, vous l'êtes au point qu'après trois numéros nous attendons toujours la première lettre de l'inévitable mais non moins sympathique râleur.

Remarquez dans ce numéro l'absence de la rubrique "composants" pourtant conçue pour durer; elle a disparu pour laisser la place à d'autres informations. Vous pouvez la retrouver, si vous en éprouvez le besoin, soit par MINITEL sur notre serveur (36 15 code ELEX), soit dans les numéros 1 à 3. Remarquez aussi la présence du pendule électronique qui a ceci de particulier qu'il est disponible dans le commerce sous la forme d'un kit complet, ce qui n'est pas (encore ?) le cas des autres schémas publiés dans ELEX.

Pour le reste, les bonnes habitudes restent inchangées, avec un dosage aussi équilibré que possible de concret et d'abstrait. Aux sujets mystérieux explorés jusqu'à présent (la tension, le courant, la résistance, la capacité, l'alternatif et le continu, . . .) nous ajoutons ce mois-ci le magnétisme et l'inductance.
Le mois prochain nous attaquons les semi-conducteurs actifs, avec notamment les transistors. Vous savez bien, ce sont ces composants que l'on dope pour qu'ils se surpassent. Ô vertus de l'impureté. Vous voyez bien, avec ce qui est arrivé à Ben dans le 100 m que ce n'était pas idiot du tout de placer le précédent numéro d'ELEX sous le signe olympique. . . A propos de capacités explosives, merci à tous ceux qui nous ont envoyé rapidement leur légende drôle pour la photo saignante de l'attentat au condensateur publiée dans le n°3 (on remet ça ce mois-ci, mais on prend son temps!).

Le choix n'a pas été facile, car vous avez le sens du calembour, largement influencé d'ailleurs par le style de la pub TV. Il y en aurait bien une dizaines à publier dans le genre EL CONDO(R) (TRÉ) PA(S)SA et autres ELEXPLOSION, mais vous voyez bien que j'en suis déjà au bas de cette demi-page, alors il ne me reste qu'à féliciter Monsieur SCHWARTZ de SURESNES pour son dialogue narquois entre Rési&Transi, qui même s'il n'est pas génialement drôle, a le double mérite d'être dans le ton de la revue - notamment de la BD- et de rendre compte de l'esprit souvent caustique des nombreuses propositions que nous avons reçues.

T : Lui au moins il s'éclate
R : Pas étonnant, survolté comme il était

---

nb: le prochain numéro d'ELEX paraîtra à la mi-novembre



Cette rubrique à géométrie variable ne prétend pas donner des cours particuliers d'électronique. Fayots s'abstenir ! Sa fonction est plutôt de donner à ses lecteurs l'occasion d'exprimer ce qui leur tient à coeur, et de refléter l'humeur de ceux qui se donnent le mal de nous écrire. Même s'il nous est impossible de répondre de façon circonstanciée à chacun, nous nous efforcerons non seulement de tenir compte de vos suggestions, mais aussi de répondre à vos questions, et ceci non pas par des réponses individuelles, mais par le contenu même de ce numéro d'ELEX et des suivants.

Je construis avec mes élèves des classes de seconde des postes de TSF à modulation d'amplitude et j'utilise pour cela une bobine d'accord dite nid d'abeille P.O. G.O. (ferrite amovible avec 2 bobines coaxiales en fil de cuivre isolé par de la soie); ce composant est merveilleux et malgré toutes mes recherches sur Lille et sur Paris, je n'arrive plus à me le procurer.
Pouvez-vous m'indiquer une ou plusieurs adresses qui me permettraient de continuer mes recherches avec une chance de succès ? Où pourrait-on en faire construire ?

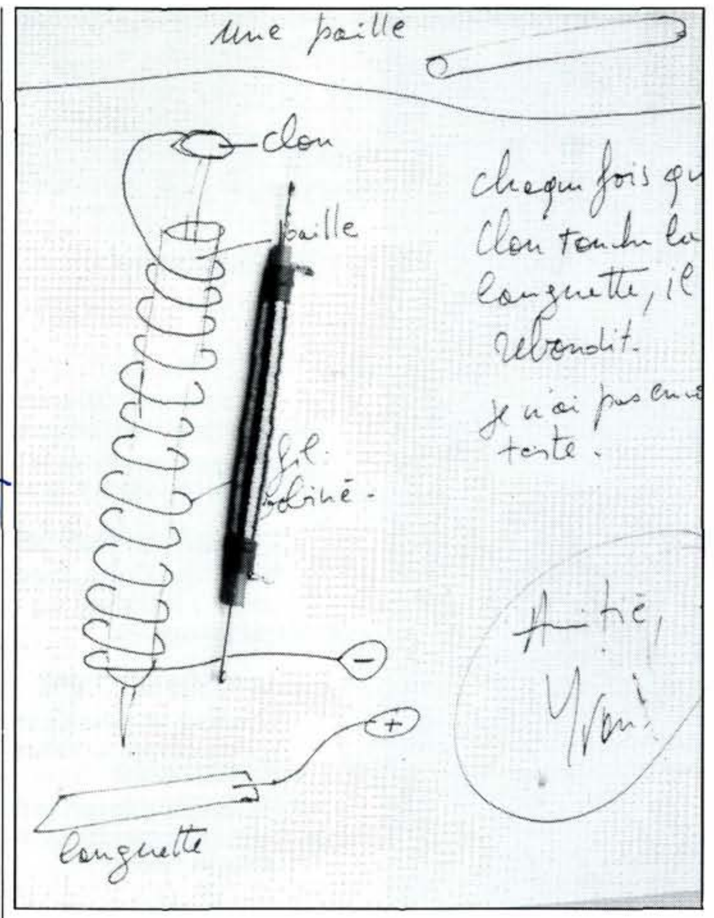
A. Stockman, Lépine
62170 MONTREUIL/MER

Nous ne disposons pas pour l'instant de la réponse à cette question, mais nous sommes persuadés que dans le large cercle des lecteurs d'ELEX (avez-vous pensé au serveur ?) il se trouvera quelqu'un qui puisse vous aider.

Inspiré par les schémas de votre revue (qui reste à mon niveau zéro ou presque) et que j'apprécie particulièrement, j'ai voulu transposer votre alimentation stabilisée (ELEX n°1, page 38) avec les éléments que je possède, c'est-à-dire | [. . . |]. Je n'arrive pas à une variation de 0 à 24 V. La valeur des composants est-elle en cause. Merci de vos conseils. . . Quant à moi, je ne peux que vous encourager (sic) dans votre revue ELLEX (re-sic).

Guy Grépin
62217 Achicourt

D'abord merci pour le niveau zéro, avec trois fois rien on peut déjà faire quelque chose ! Nous espérons que votre bonne impression durera, mais nous n'avons pas l'intention d'en rester là. Pour ce qui est de transformer les schémas publiés,ce n'est pas aussi simple que ça, surtout si un schéma doit se plier aux exigences d'un ensemble de composants disparates.



Enfin, puisqu'il s'agit d'expérimenter, et de s'initier par la pratique, soit. Bidouillez, mais alors prenez vos responsabilités. . . et les cordons de mesure de votre multimètre. Mesurez, cherchez, analysez, calculez. Ne vous contentez pas de constater. Face à un circuit, ne vous arrêtez pas aux relevés de tension, mais poussez l'investigation jusqu'à mesurer les courants. Dès lors vous pourrez faire appel à la loi d'Ohm pour déterminer la valeur des composants (U = RTI ou R = U/I ou I = U/R). Dans le cas qui vous préoccupe, sachez toutefois qu'avec un transfo de 24 V et une diode zener de 27 V, la résistance R1 sera de 1 k et P1 de 10 k. La tension de service des condensateurs passe à 40 V au moins (au lieu de 25 V) et T1 devra être un transistor darlington avec radiateur, par exemple un BD679.

Étant nouveau lecteur de votre revue et amateur d'électronique, elle m'apporte énormément de choses. Merci. Puis-je me permettre de vous poser une question ? J'ai acheté un lecteur de disquette EPSON que je voudrais adapter à mon CPC464. D'après le vendeur, il suffisait de le brancher| [. . . |] L'ordinateur refuse absolument de reconnaître le lecteur. J'ai contacté le vendeur, mais comme c'est un magasin de soldes, il ne s'occupe pas de l'après-vente. Pourriez-vous m'aider pour la mise en route ?

Christian Landy
62370 Audrincy

Oui, nous voudrions vous aider, mais comment ? *Vous écrivez dans votre lettre que vous avez vérifié le fonctionnement du lecteur en y appliquant les signaux MOTOR ON et DRIVE SELECT. C'est formidable, vous faites preuve d'une logique et d'un bon sens qu'il faut maintenant pousser un peu plus loin. Et vous comprendrez que même si nous détenions instantanément la réponse à votre question (ce qui n'est pas le cas) il faudrait probablement l'équivalent de cette page pour vous la transmettre. En tant que magazine d'initiation à l'électronique, ELEXX peut toutefois mettre à la disposition de ses lecteurs un outil de communication et d'assistance mutuelle sous la forme d'un forum télématique. Posez-vos questions par MINITEL à d'autres lecteurs sur le forum d'ELEX. Au passage, vous pourrez peut-être vous-même répondre, ne serait-ce que partiellement, à l'une ou l'autre question posée par d'autres lecteurs.*

Notre ami Yvon Doffagne, qui dessine Rési&Transi, ne se contente pas de nous livrer ses deux planches mensuelles, ni de poser en souriant avec les maquettes de ses personnages comme il l'a fait le mois dernier (ELEX n°3 page 48, c'est lui le D'Artagnan en lunettes noires), mais il bidouille à qui mieux-mieux. Voici sa contribution au thème «bobines et champs magnétiques» qui domine ce numéro 4 d'ELEX : **LE CLOU QUI SAUTE**.

Nous avons essayé le truc, ça marche, bien sûr. Une paille (ou de la gaine isolante), un mètre de fil de cuivre isolé (ou tout simplement une bobine récupérée sur un relais), un clou ou un morceau de fil de fer, et une source de tension d'une bonne trentaine de volts, **protégée contre les courts-circuits**, et capable de fournir un ampère ou deux. Et que ça saute ! Merci Yvon. Un clou chasse l'autre : dans un prochain numéro d'ELEX, nous vous présenterons une application amusante et instructive de cette manip. . .

DU COURANT AUX SONS

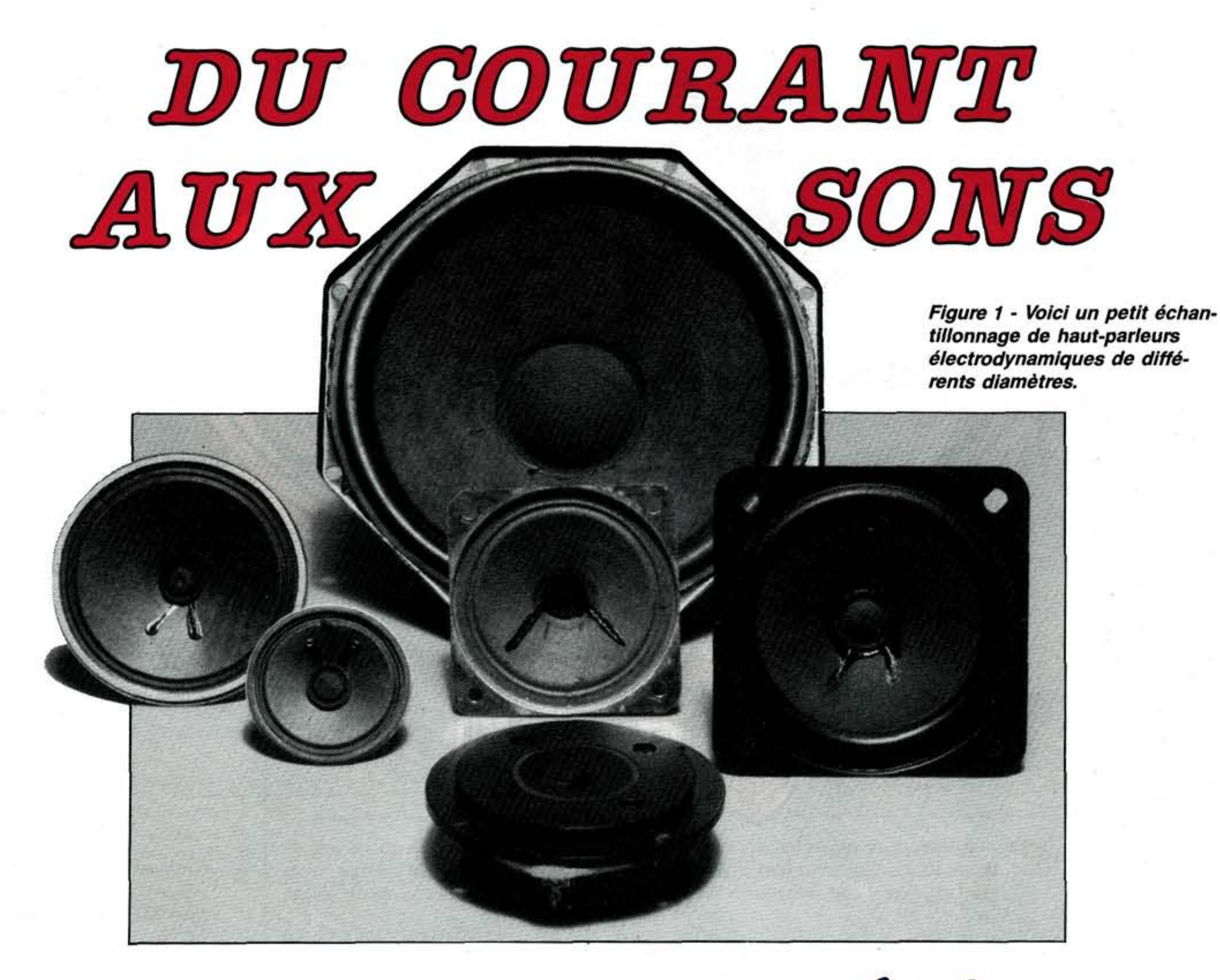


Figure 1 - Voici un petit échantillonnage de haut-parleurs électrodynamiques de différents diamètres.

les chants magnétiques

VOICI COMMENT FONCTIONNE UN HAUT-PARLEUR

La plus belle fille au monde ne peut donner que ce qu'elle a, comme dit le prophète. . . Il en est de même d'un amplificateur, aussi puissant et fidèle soit-il; jamais un son n'en sortira s'il n'est pas branché à un haut-parleur de qualité au moins équivalente.

UNE ESPECE D'ENTONNOIR EN CARTON

Comment l'assemblage d'une espèce d'entonnoir en carton, d'un saladier en métal et d'un gros aimant peut-il transformer en sons agréables à l'oreille les variations d'un courant ? La réponse à cette question intéresse certainement plus d'un lecteur d'ELEX, d'autant plus que nous consacrons ce mois-ci un long article à la construction d'une mini-enceinte de maxi-qualité.
Les haut-parleurs sont des transducteurs électro-mécaniques : ils transforment un phénomène électrique en un phénomène mécanique; la force mise en oeuvre pour cela est magnétique.

La plupart des haut-parleurs sont de type **électrodynamique**, ou plus simplement, dynamique (du grec *dynamis* force). Cette appellation suggère déjà leur principe de fonctionnement : le courant fourni par l'étage de puissance de l'amplificateur traverse une bobine mobile dont les déplacements sont communiqués à une membrane rigide qui fait vibrer (une partie de) la masse d'air (environnante).
La taille et la forme des haut-parleurs dynamiques sont variées (**figure 1**).

La vue en coupe de la **figure 2** montre clairement la façon dont est conçu un haut-parleur dynamique. On peut remarquer que le principe de la construction n'est pas compliqué. La pièce la plus importante est l'aimant permanent de forme annulaire. Comme tout aimant, il possède un pôle nord et un pôle sud. Certains constructeurs donnent d'autres formes que celle d'un anneau à cet aimant permanent. C'est pourtant rare et c'est uniquement le cas pour certains haut-parleurs spéciaux.

LES HAUT-PARLEURS SONT DES TRANSDUCTEURS ÉLECTRO-MÉCANIQUES : ILS TRANSFORMENT UN PHENOMENE ÉLECTRIQUE (COURANT) EN UN PHENOMENE MÉCANIQUE (VIBRATION DE L'AIR)

La fonction des plaques de champ (ou pièces polaires) placées aux extrémités de l'aimant permanent est de réduire la dispersion du champ magnétique (si en approchant un objet métallique de l'aimant d'un haut-parleur vous constatez que celui-ci n'est attiré que faiblement, cela n'indique pas forcément que l'aimant est mauvais, mais plutôt que les plaques de champ sont efficaces et vraisemblablement encapsulées de surcroît dans un capot).
La plaque de champ inférieure est surmontée d'un noyau magnétique cylindrique qui occupe tout l'espace intérieur de l'aimant. La plaque de champ supérieure est percée d'une ouverture circulaire.
L'espace compris entre le noyau magnétique et les bords de l'ouverture circulaire de la plaque de champ supérieure s'appelle **entrefer**. *Le champ magnétique qui règne dans l'entrefer est d'autant plus intense que l'entrefer est plus étroit*. La vue en coupe de la **figure 3** représente schématiquement les lignes de force de ce champ magnétique.

Figure 2 - La construction d'un haut-parleur semble être simple. Cela n'est vrai qu'en principe, car la fabrication demande beaucoup de soin. Si la dimension de l'entrefer est (parfois) de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres, il n'est pas difficile d'imaginer les problèmes de centrage et de précision d'usinage qui peuvent surgir.

LE VA-ET-VIENT DE LA BOBINE EN FIL DE CUIVRE ENTRAINE LE CONE EN CARTON

Dans l'entrefer coulisse une **bobine mobile** collée sur un fin cylindre en carton ou en aluminium. Le cône rigide, ou membrane, fait de carton ou de matière composite, est solidaire du support de la bobine mobile. Son bord supérieur évasé est fixé au châssis (ou saladier) du haut-parleur par l'intermédiaire d'un anneau souple (caoutchouc ou tissu) qui assure le centrage latéral et la suspension du cône.
La partie inférieure étroite du cône est maintenue en place par **une membrane de centrage**. Elle a pour fonction d'empêcher le contact entre le support de la bobine mobile et les parois de l'entrefer. Elle maintient également la membrane dans sa position de repos lorsqu'aucun courant ne parcourt la bobine mobile. Le centrage de cette membrane doit être précis car **l'entrefer est très étroit** (parfois de l'ordre de quelques dixièmes de millimètre).

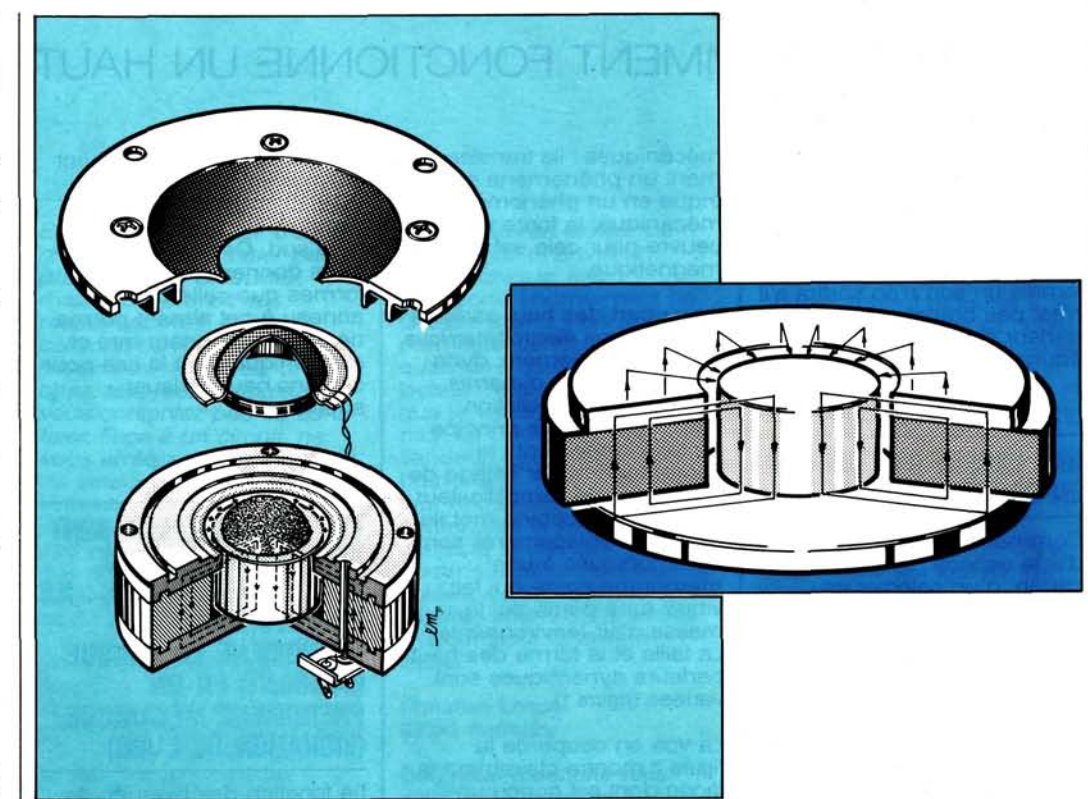


Figure 3 - La pièce maîtresse du haut-parleur est son aimant. Remarquez les lignes de force du champ magnétique dans lequel est plongée la bobine mobile.

Les extrémités de la bobine mobile sont raccordées à deux cosses à souder par de fins fils flexibles. Si on connecte la bobine mobile à un amplificateur, le signal alternatif injecté dans la bobine provoque le va-et-vient du cône. Même un signal continu provoque un déplacement, mais dans un seul sens : soit vers l'intérieur, soit vers l'extérieur. Ceci est facile à vérifier au moyen d'un vieux haut-parleur en état de fonctionner dont on raccorde les pôles à ceux d'une pile de 1,5 V. Au moment de l'établissement du contact, on constate le déplacement du cône. Inversons les connexions et nous verrons le cône se déplacer dans l'autre sens.

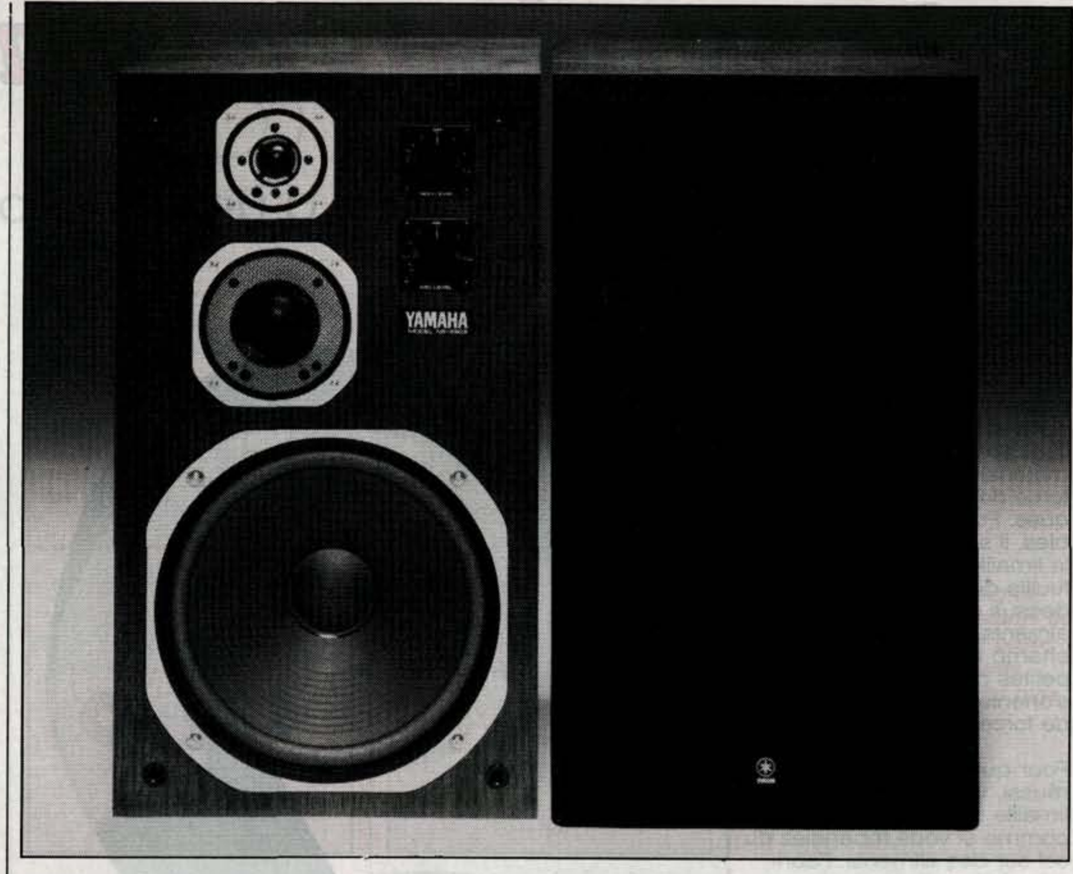


*Figure 4 - **Qui trop embrasse, mal étreint ! C'est vrai aussi pour un haut-parleur. On ne lui confie donc que les sons qu'il est capable de restituer à peu près convenablement. C'est la raison pour laquelle une enceinte acoustique comporte généralement trois haut-parleurs.***

QU'EST-CE QUI FAIT BOUGER LA BOBINE ?

C'est le courant circulant à travers la bobine mobile qui est la cause de ce déplacement. Un courant de forte intensité provoquera un déplacement plus important qu'un courant de faible intensité. On aurait tort de sous-estimer l'intensité du courant à fournir par un amplificateur pour que les déplacements du cône du haut-parleur atteignent l'amplitude voulue.

Ceci dit, nous ne savons toujours pas pourquoi la bobine parcourue par le courant se déplace...

Le phénomène électrique qui est mis à profit dans les haut-parleurs est également à la base d'innombrables applications en électricité industrielle. On constate en effet que si on déplace un conducteur électrique dans un champ magnétique, ce conducteur est parcouru par un courant électrique engendré par **le déplacement dans le champ**.
Inversement, **si on injecte un courant dans un conducteur électrique placé dans un champ magnétique, ce conducteur subit un déplacement perpendiculaire au sens du courant et au champ magnétique**. Vous avez sans doute deviné que le champ environnant et le champ engendré par le passage du courant se repoussent mutuellement. De cette force de répulsion naît le mouvement.

Dans un haut-parleur, il ne s'agit pas d'un simple conducteur, mais d'un certain nombre de spires logées dans l'entrefer étroit d'un puissant aimant permanent. Si un courant parcourt cette bobine, elle se déplace vers l'extérieur ou vers l'intérieur, d'après le sens du courant qui la parcourt.

Le cône rigide est solidaire du support de la bobine mobile. Il est donc obligé de suivre ses déplacements. La suspension du cône contrarie toutefois ces déplacements et en limite l'amplitude. L'intensité du courant qui parcourt la bobine mobile détermine l'amplitude des mouvements du cône. Les mouvements du cône rigide sont transmis à l'air environnant et le font vibrer à la fréquence du signal électrique alternatif issu de l'amplificateur.

La plupart des enceintes acoustiques contiennent plusieurs haut-parleurs de taille différente. Un seul haut-parleur n'est pas capable de restituer correctement l'ensemble des fréquences audibles en raison de leur complexité. Le cône d'un grand haut-parleur est sensiblement plus lourd que celui d'un petit, que sa légèreté rend apte à suivre les mouvements rapides qui produiront les fréquences aiguës.

Les fréquences graves seront mieux restituées par un haut-parleur à cône rigide de grand diamètre, capable de produire la pression acoustique appropriée.

Il existe d'autres types de haut-parleurs, que les haut-parleurs électrodynamiques. Citons par exemple les haut-parleurs électro-statiques, ioniques, à ruban et piézo-électriques... Le plus utilisé reste le haut-parleur électrodynamique. C'est celui que vous trouvez dans la plupart des téléviseurs, radios et chaînes stéréo.

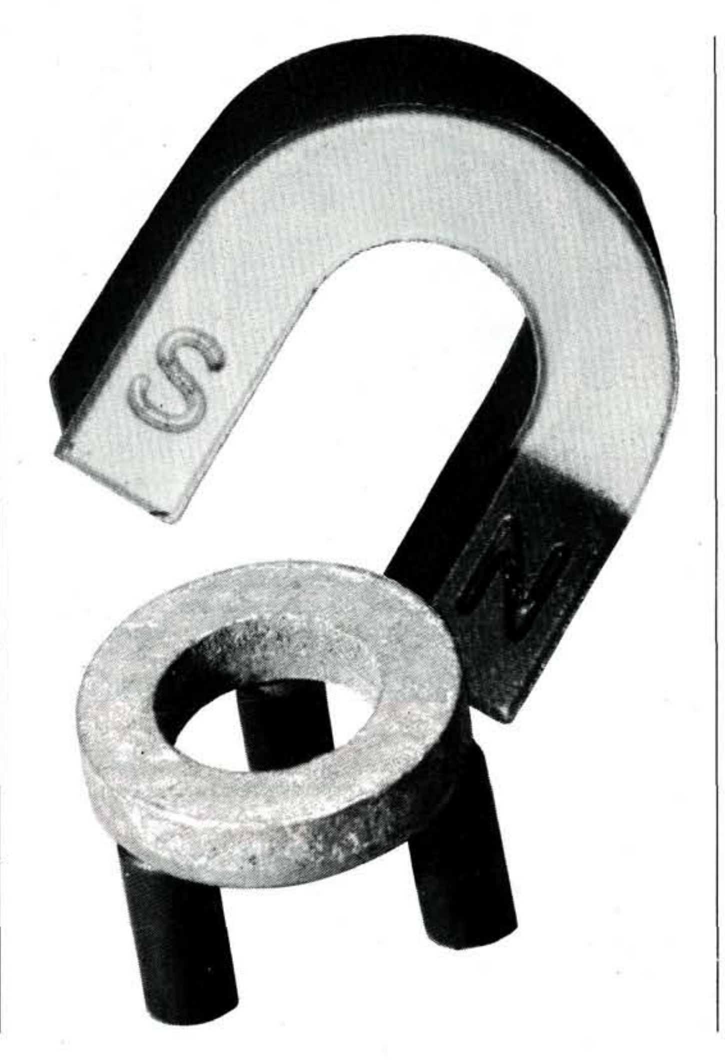
Magnétogrammes

ou comment garder la trace d'un champ magnétique

La fascination du magnétisme provient de sa présence mystérieuse, invisible et pourtant bien réelle. Tout aussi fascinante est la matérialisation des lignes de force des champs magnétiques. Pour les rendre visibles, il suffit de répandre de la limaille de fer sur une feuille de papier placée au-dessus d'un ou de plusieurs aimants. Sous l'effet du champ magnétique les petites particules de fer s'orientent selon les lignes de force du champ.

Pour que le dessin soit bien réussi, vous répartirez la limaille uniformément, comme si vous répandiez du sel sur des aliments. Fabriquez la limaille de fer vous-même en limant un gros clou ou nimporte quel autre objet en fer. Rassemblez cette limaille à l'aide d'un aimant enveloppé dans du papier de soie. Ainsi la limaille ne "collera" pas à l'aimant. Si l'aspect éphémère des petites oeuvres d'art que vous pouvez créer de cette façon vous déçoit, faites-en des "magnétogrammes" !

Leur réalisation n'est pas difficile et c'est peut-être pour vous l'occasion de faire vos débuts dans la technique du développement en photographie. Voici en quelques mots



les étapes de la réalisation d'un "magnétogramme". Répandez la limaille sur un papier photosensible lui-même posé sur les aimants dont vous voulez fixer le champ magnétique pour la postérité. Insolez puis développez le papier. Tout cela doit évidemment être réalisé en chambre noire (lumière inactinique).
L'ombre projetée par la limaille de fer sur le papier se traduit par des taches blanches sur le noir profond du papier insolé. Vous obtiendrez une image très nette si vous insolez au moyen d'un agrandisseur (dans lequel se trouve une lentille spéciale appelée condensateur).

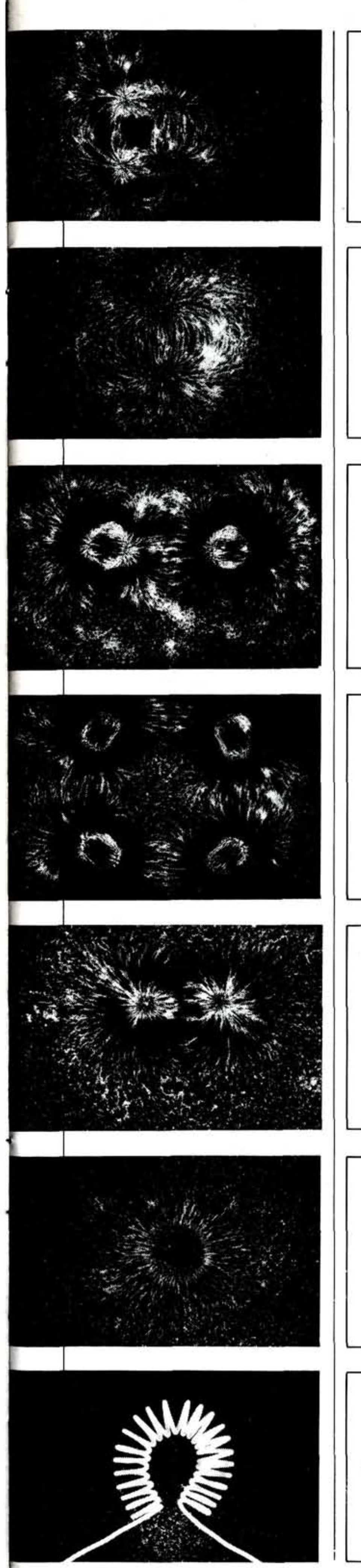
Si vous acceptez que le contour des particules de limaille soit légèrement flou, l'insolation peut être réalisée au moyen d'une simple ampoule de 25 W suspendue à un mètre au-dessus du papier. Utilisez du papier photo dur (graduation 4) et ne surexposez surtout pas. Aux habitués de la chambre noire nous ne pensons pas devoir donner d'autres explications. Pour ceux dont ces "magnétogrammes" sont les premiers pas dans le domaine de la photographie, nous avons rédigé une petite notice.

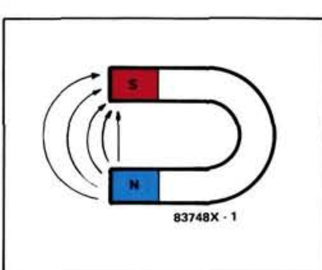
Les papiers photosensibles doivent être manipulés dans le noir. Ils sont cependant insensibles à certains éclairages inactiniques rouges et vert-jaune. Pour insoler les papiers photosensibles, une ampoule ordinaire de 25 W suffit. Comme les périodes d'allumage de cette ampoule doivent être très brèves, nous vous conseillons de munir cette lampe d'un interrupteur facile à manipuler. Pour vos premiers essais il est préférable de n'acquérir qu'un petit paquet de papier brillant et dur de format 9 x 13 (dur signifie qu'il s'agit d'un papier très constrasté). Avant d'insoler le papier disposez-le au-dessus des aimants, la face brillante tournée vers le haut et saupoudrez la limaille. Allumez alors l'ampoule (pendant deux à quatre secondes). Secouez le papier pour enlever la limaille.

Développez maintenant au moyen des trois bains classiques que vous versez dans des bacs spéciaux pour bains photographiques. N'utilisez pas de récipients de cuisine! Le premier bain révèle l'image. Au bout de quelques secondes elle commence déjà à apparaître et l'action de ce bain est terminée en une ou deux minutes. Le deuxième bain contient de l'eau additionnée éventuellement d'un jet de vinaigre. Ce bain arrête le développement et supprime toute trace de révélateur. Il s'appelle d'ailleurs bain d'arrêt. Le bain de fixation termine le développement. En une minute il rend le papier insensible à la lumière et son action est complètement terminée au bout de deux à quatre minutes. Il ne reste qu'à bien rincer les épreuves et à les sécher sur du papier journal (l'image tournée vers le haut).

Pour organiser votre travail, tenez compte du fait qu'aucune lumière blanche ne peut être allumée. Aucune nouvelle insolation ne peut donc être exécutée, avant que le papier déjà insolé ne soit rendu définitivement insensible à la lumière (une minute après le début du bain de fixation). Par mesure de précaution, on tourne les photos vers le bas au bout de la première minute de séjour dans le fixateur. Agitez les bains en permanence, par exemple en remuant les photos au moyen d'une pince à linge en matière plastique par exemple. Prenez soin de ne pas mélanger d'eau vinaigrée ou de fixateur au révélateur, même en très faible quantité, car ce dernier perdrait rapidement une grande part de son efficacité.

Si les images vous paraissent trop claires (pas de noir profond) ou trop foncées (pas de blanc bien franc), la durée de l'insolation devra être prolongée (image plus noire) ou réduite (image plus claire). Il vaut mieux faire quelques essais préalables à l'aide de bandes de papier photo soumises à des temps d'insolation de longueur différente (bandes d'essai).
Les produits de développement sont vendus sous forme concentrée chez tous les photographes et dans les grandes surfaces. Vous pouvez utiliser par exemple le révélateur Tetenal Eukobrom, le fixateur Tetenal Fixateur Rapide et le papier Agfa Brovira. Les produits de développement doivent être mélangés à la quantité d'eau indiquée dans le mode d'emploi.
L'action des bains de photographie est la plus efficace à la température de 18° à 20°C. Le révélateur dissous dans l'eau se garde pendant deux ou trois mois.





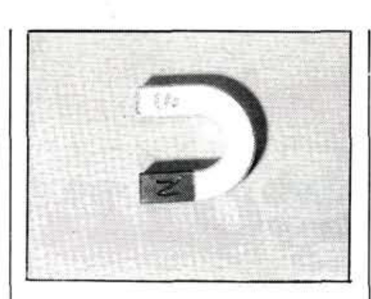
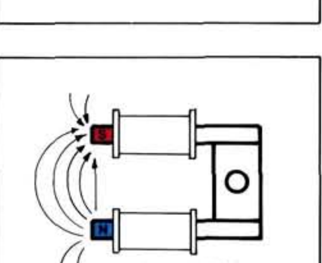


Figure 1 - Le champ magnétique d'un aimant en fer à cheval.



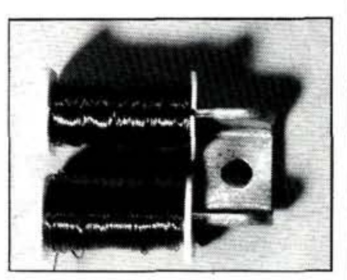
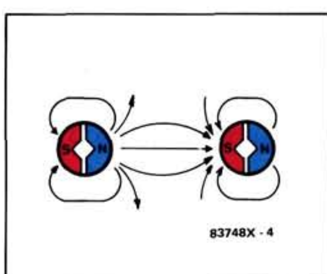


Figure 2 - L'électro-aimant d'un ouvre-porte électrique provoque un champ magnétique fort semblable à celui de l'aimant en fer à cheval.



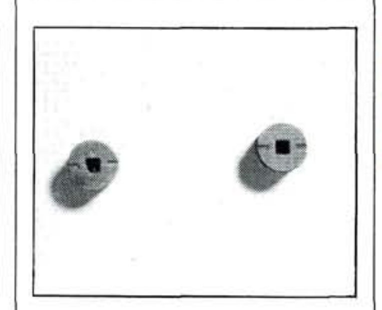
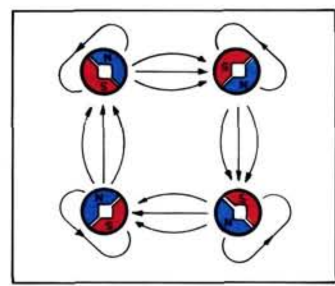


Figure 3 - Le champ magnétique créé par deux aimants de rectification d'un vieux poste de télévision. Ces aimants sont placés sur le col du tube cathodique.



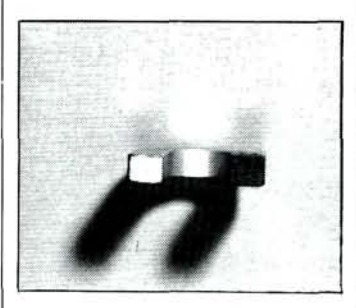
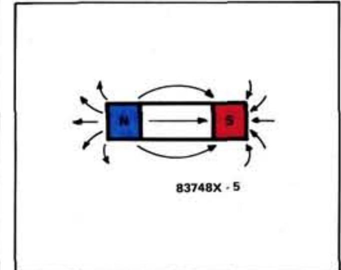


Figure 4 - Quatre aimants de rectification. Les lignes de force relient non seulement les aimants entre eux, mais aussi les pôles nord et sud de chaque aimant pris séparément.



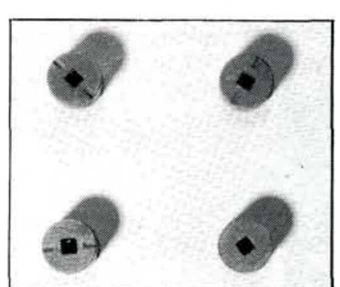
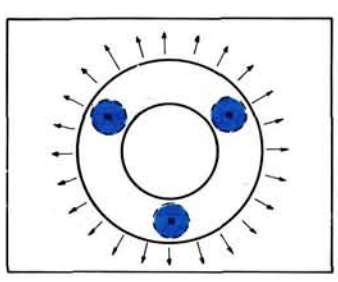


Figure 5 - Les lignes de force rayonnent à partir des pôles d'un aimant en fer à cheval dressé verticalement.



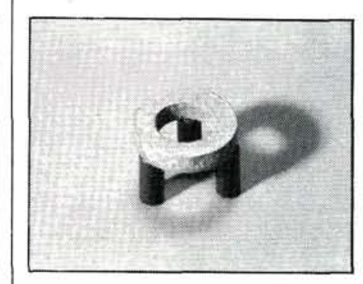
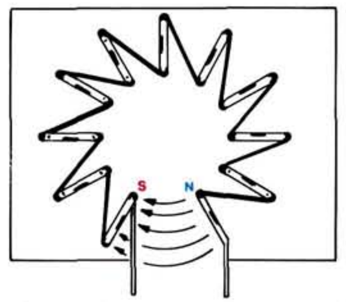


Figure 6 - Un anneau en fer relie trois aimants rectilignes. Les lignes de forces semblent rayonner sur 360°. En réalité ils sont dirigés vers le bas.



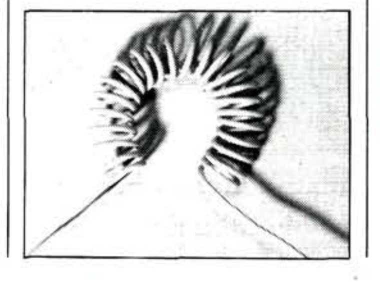


Figure 7 - Le champ magnétique d'un solénoïde. Malgré le courant de trois ampères qui traverse la bobine, on devine à peine les lignes de force.

Une balançoire électro-magnétique

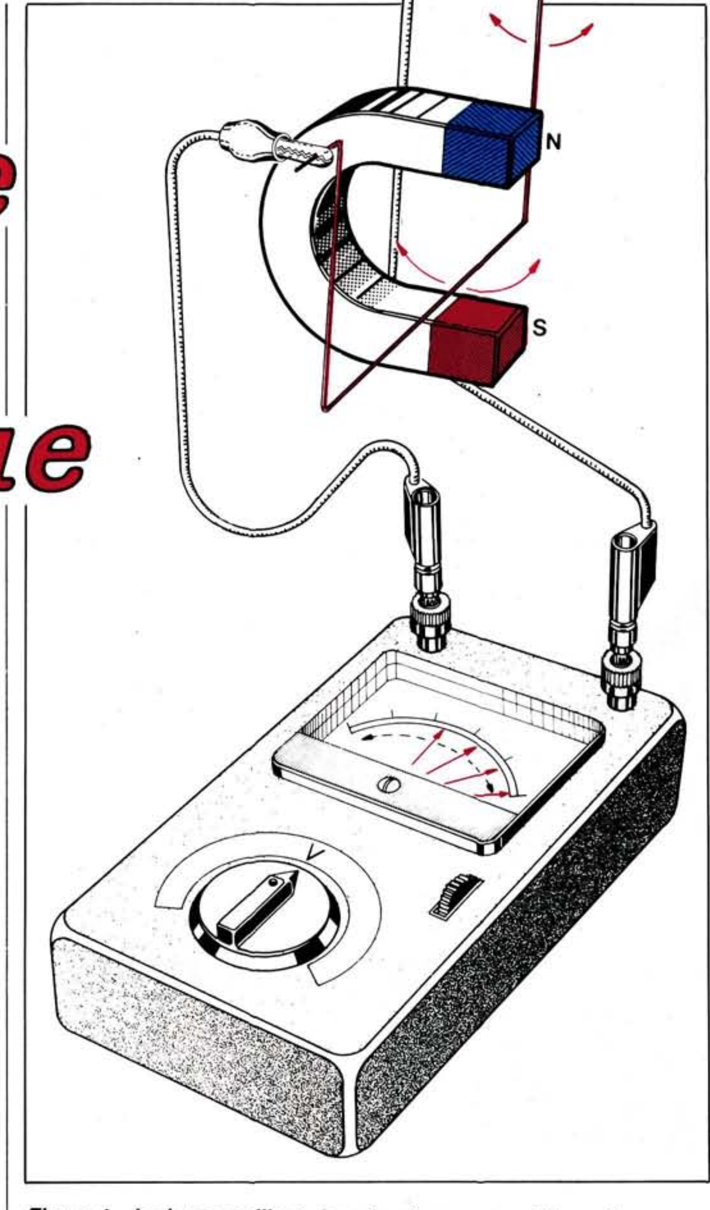


Figure 1 - Le bras oscillant dans le champ magnétique de l'aimant en fer à cheval induit une tension.

Liste des composants:

R1,R2 = 1 k
R3 = 100 Ω
R4 = 1 MΩ
P1 = 10 kΩ variable
IC1 = 741

Divers :
1 platine d'expérimentation (40 mm x 100 mm)
1 support à 8 broches DIL
1 pile 9 V

1 galvanomètre
1 multimètre
1 aimant en fer à cheval (on en trouve au rayon couture des grands magasins)
1 pile plate de 4,5 V
Du fil de fer

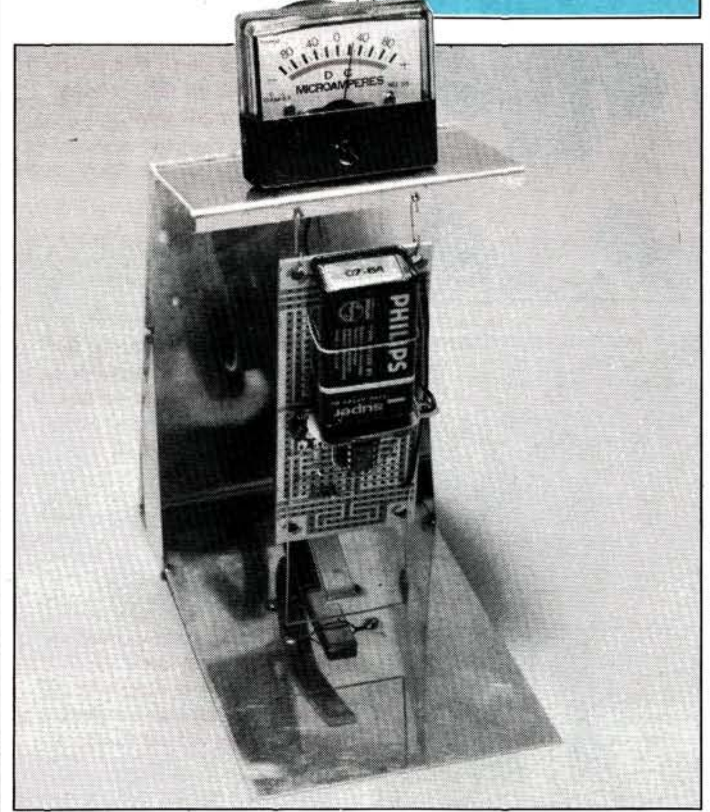


Figure 2 - Un montage amplificateur élève la très petite tension induite. La boucle est soudée directement sur la plaquette.

Nous vous invitons ici à mêler mécanique et électronique, en vue de faire mieux connaissance avec un phénomène fondamental en électronique : **l'induction de tension**. Le principe de base de certains générateurs modernes d'électricité réside sur le fait que, par un mouvement mécanique, on puisse modifier la circulation d'un courant. Le meilleur exemple de ce type de générateur est la dynamo : entraînée par la roue d'une bicyclette, elle produit le courant nécessaire à l'éclairage, jusqu'à ce que le cycliste s'arrête.

Pour l'instant nous n'allons pas nous intéresser au mouvement rotatif tel qu'il se produit dans une dynamo de vélo, mais à une mouvement de va-et-vient (latéral ou pendulaire).

La **figure 1** nous montre un générateur des plus simples qui soient : l'expérience dite de «la balançoire». Un trapèze métallique oscille entre les pôles d'un aimant en fer à cheval. La conjonction du champ magnétique et du mouvement produit une tension aux bornes du trapèze. Les physiciens disent qu'«*une tension est induite*» (du latin *inducere* = «conduire dans»). Malheureusement pour nous, une tension induite avec des moyens aussi modestes, est infime (de l'ordre de 0,0001 V). Depuis l'apparition des amplificateurs opérationnels, c'est-à-dire de circuits dans lesquels sont intégrés à un haut niveau des montages amplificateurs, l'électronicien peut détecter de telles tensions avec un circuit aussi simple que celui de la **figure 2**.

Ce schéma nous montre un montage de test capable de détecter des tensions induites. La balance et l'amplificateur monté sur une plaquette d'elexpérimentation (de 40 × 100 mm) forment un tout. Un amplificateur

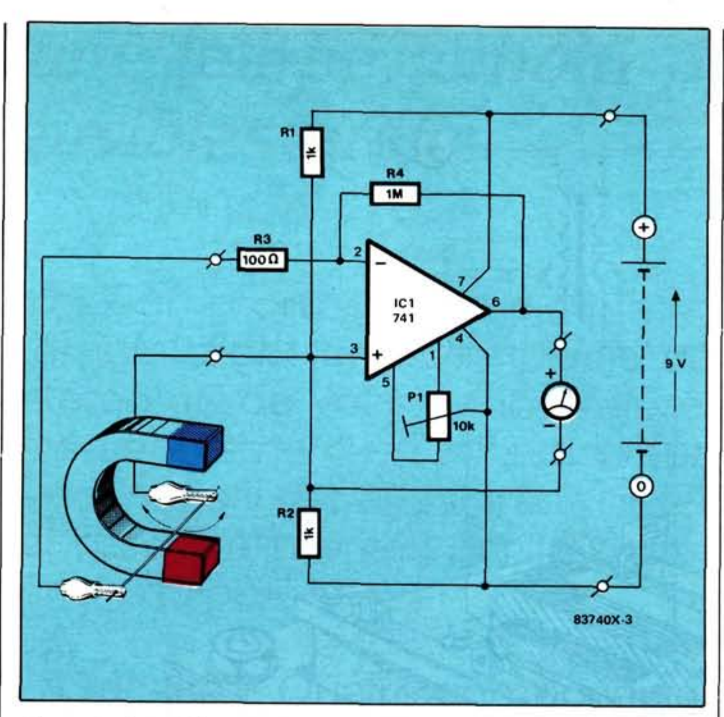


Figure 3 - Le schéma de l'amplificateur. L'essentiel de l'électronique se concentre dans le seul 741.

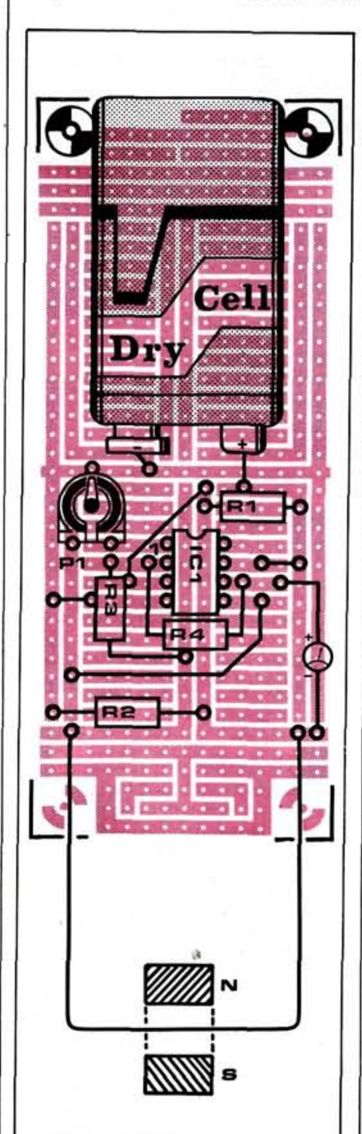


Figure 4 - Implantation des composants sur la plaquette. Il reste assez de place pour la pile dont le poids donne de l'inertie à la balançoire.

opérationnel de type 741 (vendu moins de 5 F) constitue l'essentiel du montage électronique, de sorte que très peu de composants externes seront nécessaires (figure 3). L'entrée non inverseuse (notée +) est reliée à un pont, constitué de deux résistances de 1 k, qui divise par 2 la tension de la pile.

Le trapèze se trouve connecté entre les deux entrées du 741 et amplifie la tension induite. Le facteur d'amplification ou facteur de multiplication de la tension d'entrée, pour obtenir la tension de sortie, est fixé par le rapport des deux résistances R4 (1 M) et R3 (100); il atteint ainsi 10.000. Pour obtenir une déviation suffisante de l'aiguille, il faut choisir un calibre assez faible (3 V ou, mieux, 1 V) sur le multimètre. La résistance variable P1 (10 k) sera réglée de sorte que l'appareil de mesure indique une faible tension positive.

Il ne serait pas logique de régler l'indicateur sur le zéro (ce qui paraît pourtant logique), car il s'agit d'afficher aussi bien des tensions négatives que des tensions positives. L'aiguille devra donc osciller de part et d'autre de sa position de repos. Ce réglage est assez délicat. Soyez patient!

LE MONTAGE

La figure 4 montre une implantation rationnelle du montage. Un support DIL (*Dual In Line*, ce qui signifie «en deux rangées parallèles») 8 broches sera soudé

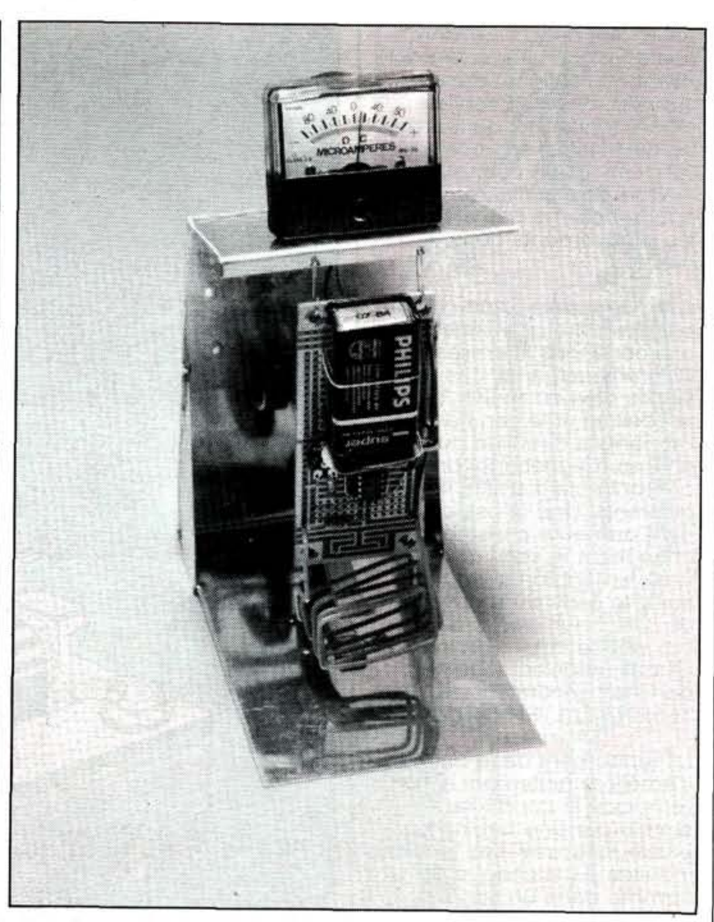


Figure 5 - Plus la bobine comporte de spires, plus la tension induite est élevée.

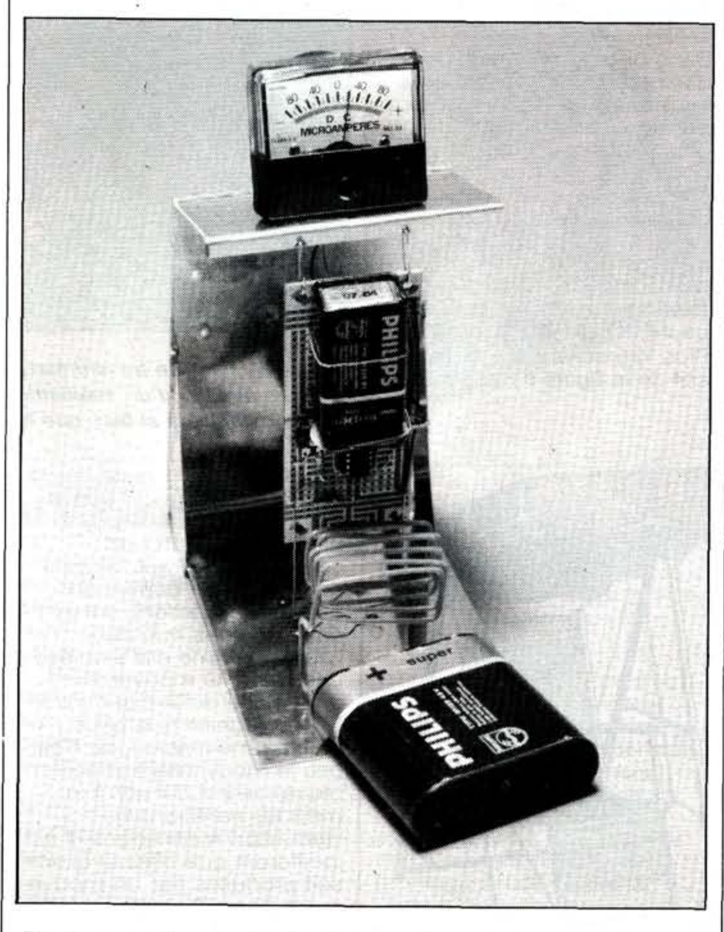


Figure 6 - L'aimant en fer à cheval est remplacé par un éléctro-aimant. Un bref courant dans la bobine suffit à induire une tension dans le fil conducteur.

à la place de IC1, qui sera mis en place ultérieurement. Avant de l'enficher dans le support, on fera attention au repère (encoche) qui permet de déterminer son orientation. Les fils de connexion devront être suffisamment courts pour ne pas entraver les mouvements de la platine.

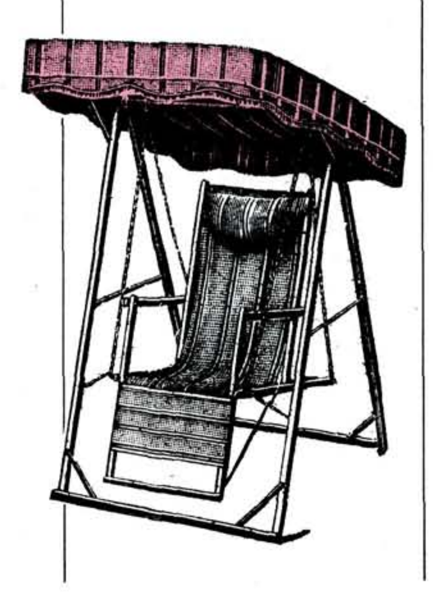
Avec ce montage on pourra entreprendre une série d'expériences interessantes. Différents aimants, des oscillations plus ou moins fortes, la position et le sens de l'aimant (la direction du champ magnétique) provoqueront autant d'affichages différents. Une chose cependant demeure constante, en changeant le sens du mouvement, on change aussi le sens du mouvement de l'afficheur, c'est-à-dire la polarité de la tension induite. La balance électrique est donc un générateur de TENSION ALTERNATIVE.

Le rendement de la balance s'améliore nettement si l'on remplace le conducteur simple par une bobine de plusieurs spires. Les tensions induites dans chaque spire comme dans un simple conducteur, s'additionnent car les spires sont connectées en série (**figure 5**).

AMELIORATION

Dans une deuxième série d'expériences, l'aimant en fer à cheval va être remplacé par un électro-aimant ou, plus exactement, par une bobine de 8 à 10 spires. Une pile plate de 4,5 V fournit le courant nécessaire. Les expériences précédemment décrites pourront être reprises avec l'électro-aimant, avec toutefois une usure accélérée de la pile. Plus intéressant est le dispositif de la **figure 6** dans lequel *la balançoire. . . reste immobile.* Ici on connecte brièvement la bobine à la pile, si bien que seul un bref courant circulera. L'aiguille de l'indicateur cependant bougera nettement, autant dans un sens que dans l'autre, comme elle le faisait en suivant le mouvement pendulaire de la balançoire. Ce qui signifie que pour induire une tension, ce n'est pas le mouvement (mécanique) en soi qui compte, mais les variations de l'induction magnétique. Il est indifférent que ces variations soit produites par un mouvement de va-et-vient ou, comme c'est le cas avec le dispositif de la figure 6, par la commutation de l'alimentation d'un éléctro-aimant.

Figure 7 - Pour un transformateur, les enroulements primaires et secondaires sont réalisés sur un noyau constitué d'un empilement de tôles d'acier. Le noyau concentre l'induction magnétique dans les enroulements si bien que trés peu d'énergie ne se trouve perdue.



LES TRANSFORMATEURS

L'expérience de la balançoire démontre comment un mouvement mécanique peut donner naissance à un courant. La dernière expérience montre qu'avec une tension (ici celle d'une pile), on peut produire un champ magnétique, grâce auquel apparaît une autre tension : **la tension induite.Un tel circuit est** un convertisseur tension-tension, appelé **transformateur**

L'expérience que nous venons de réaliser a fait apparaître immédiatement une restriction fondamentale dans l'utilisation des transformateurs : ils ne fonctionnent qu'avec du courant alternatif.

Les véritables transformateurs sont des bobines montées sur un noyau constitué d'un empilement de tôles de fer. L'induction magnétique se concentre essentiellement dans le noyau ferreux, si bien que les pertes d'énergie magnétique par dissipation sont relativement faibles. Très fréquemment, les transformateurs sont utilisés, vous ne l'ignorez pas, pour abaisser la tension du secteur de la valeur dangereuse de 220 V à une valeur inoffensive (jusqu'à 25 V). L'enroulement pour le secteur sera appelé primaire, alors que l'enroulement de sortie sera le secondaire. Nous aurons l'occasion de revenir là-dessus. . .

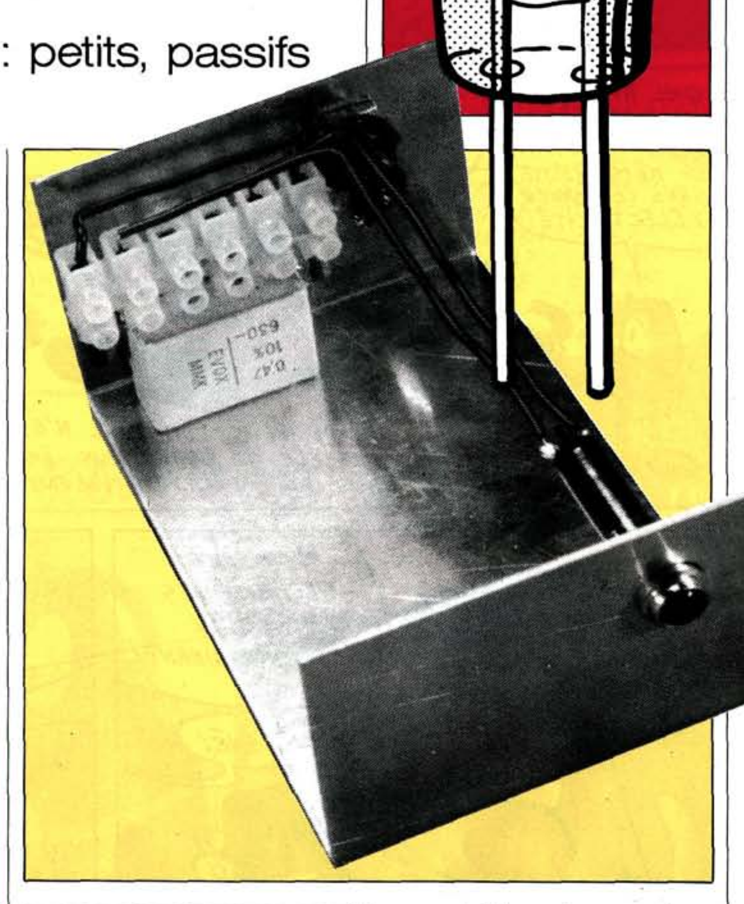
une lampe témoin pour les fusibles grillés

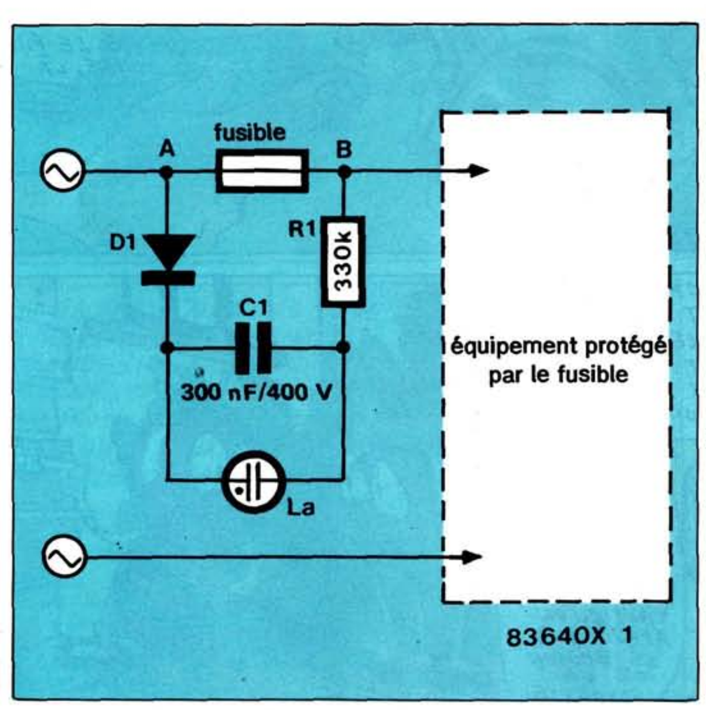
Voici un montage très simple dont la lampe témoin clignotera si le fusible de votre chaîne stéréo ou de votre sono préférée venait à griller. Non seulement un tel indicateur en met plein la vue, mais il est aussi très utile. Tous les appareils alimentés par le secteur peuvent en être équipés.

La recette ? Quatre composants : petits, passifs et pas chers!

Notre circuit miniature est raccordé de part et d'autre du fusible (points A et B de la **figure 1**). Tant que le fusible est intact, il court-circuite l'indicateur et celui-ci reste inactif. Le fusible vient-il à griller, la tension du secteur apparaît aux bornes du circuit (moins la petite chute de tension causée par l'impédance de l'appareil protégé par le fusible). Le courant qui parcourt D 1 et R 1 charge le condensateur C 1 : durant l'alternance positive, la diode D 1 est conductrice, elle est bloquée pendant l'alternance négative et empêche ainsi le condensateur de perdre la charge déjà acquise. La tension aux bornes de ce condensateur va donc croître progressivement.

Jusqu'à présent aucun courant ne parcourt la lampe témoin La car elle est dépourvue de filament. Elle possède en revanche deux électrodes **(figure 3)** et elle est remplie d'un gaz (du néon) non conducteur dans l'état où il est. Sous l'effet de la tension, ce gaz s'ionise, et devient conducteur, quand la tension entre les deux électrodes atteint une valeur critique appelée tension d'amorçage (80 V environ). Dès ce moment un courant fourni par le condensateur circule dans le voyant "néon" dont le gaz ionisé devient lumineux. Le phénomène prend fin quand la tension retombe à environ 60 V. Le condensateur se recharge, le cycle se répète et donc. . . la lampe clignote.





LE CLIGNOTEMENT

Le rythme du clignotement peut être modifié si nécessaire en donnant d'autres valeurs à R 1 et C 1 :

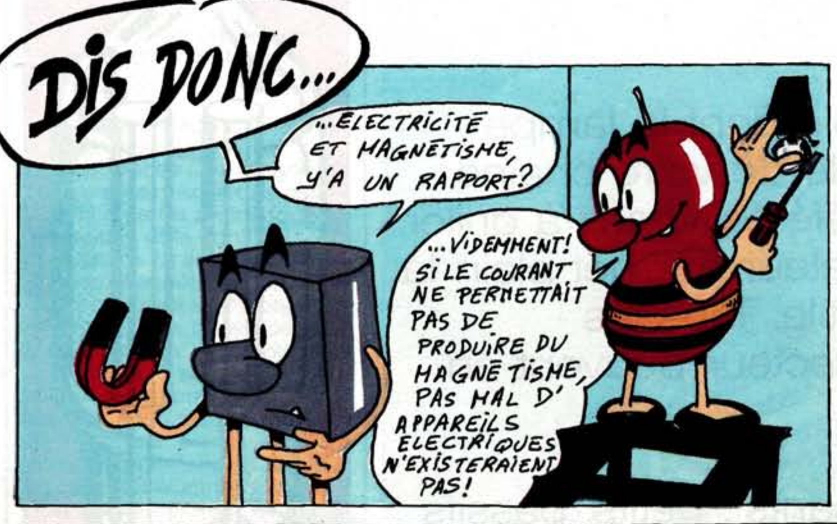
— on augmente la valeur de R 1,le courant de charge diminue et l'intervalle de temps entre deux amorçages du témoin s'allonge.

— on augmente la valeur de C 1 la durée de sa charge *et* de sa décharge augmentent car sa charge électrique sera plus grande

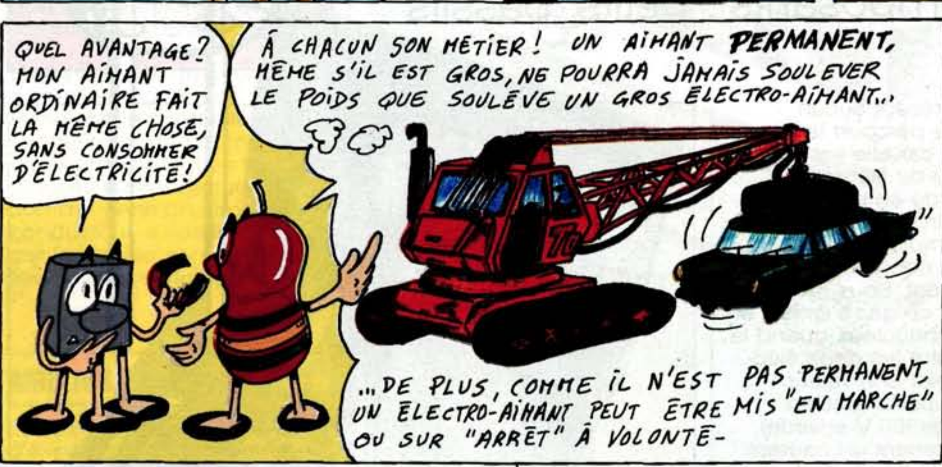
Les voyants "néon" utilisés en 220 V sont pourvus d'une résistance incorporée. Pour notre voyant "hors service" nous utiliserons un modèle sans résistance incorporée. Le condensateur C 1 est soumis à la tension du secteur et doit être d'un modèle approprié (au moins 250 V ~/400 V=).

Le montage devra être très soigné car il fonctionnera sous 220 V. Pas de bricolage hâtif! **Les platines d'expérimentation ELEX ne conviennent pas pour cette réalisation** car la distance entre les pistes est inférieure à trois millimètres. La **photo** illustre un montage solide réalisé à l'aide d'une réglette de six raccords à vis. C'est une solution fiable, bon marché, rapide et nécessitant peu de soudures : qui dit mieux ?

RÉSI & TRANSI, bande dessinée d'initiation à l'électronique
RÉSIstance et TRANSIstor sont les deux personnages de la première et sans doute unique BD en couleurs entièrment consacrée à l'initiation à l'électronique. Chaque mois, dans ELEX, ces deux personnages dialoguent sur l'un des thémes traités par les autres articles de la revue. Les épisodes de cette rubrique intitulée DIS DONC ne sont pas «à suivre» au sens habituel, mais ils forment un ensemble qui constituera rapidement une véritable anthologie pour l'initiation aux notions de base de l'électronique.





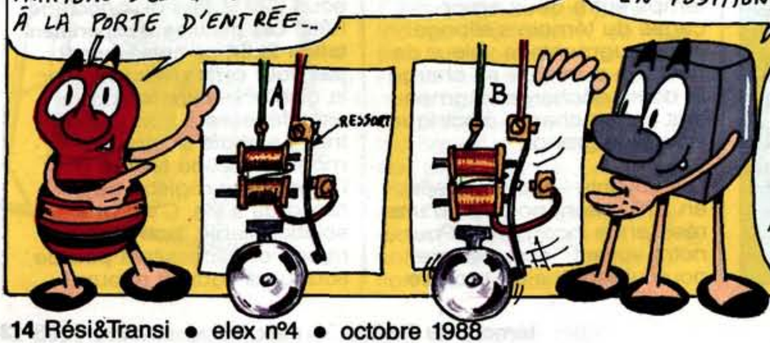


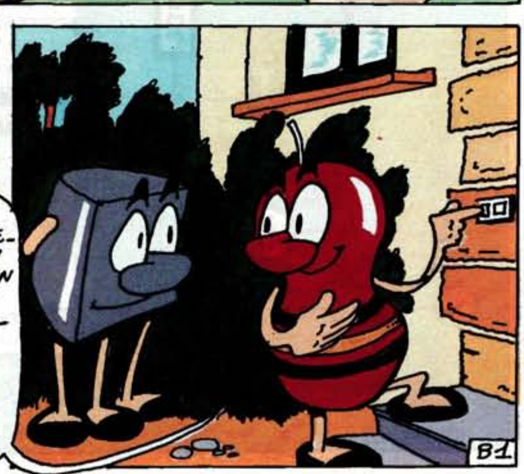


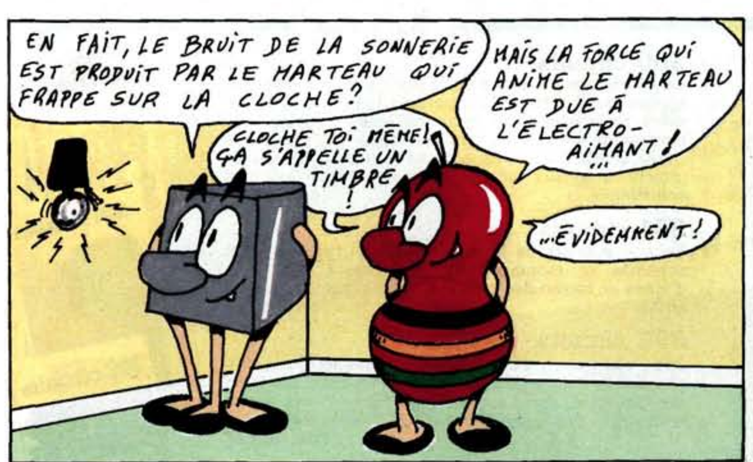


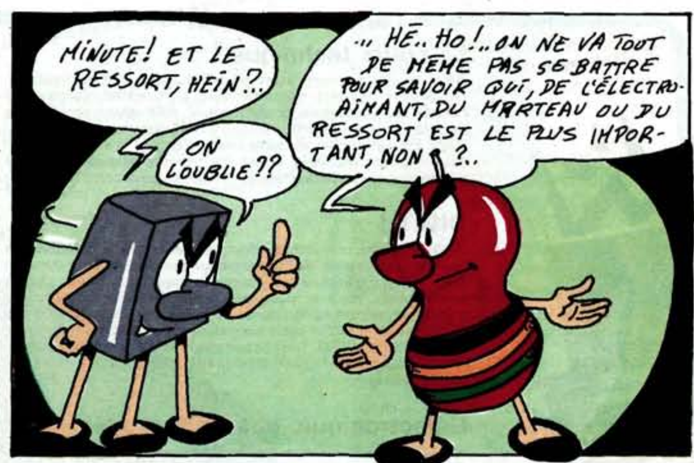









EN FAIT, LE BRUIT DE LA SONNERIE EST PRODUIT PAR LE MARTEAU QUI FRAPPE SUR LA CLOCHE?
MAIS LA FORCE QUI ANIME LE MARTEAU EST DUE À L'ÉLECTRO-AIMANT!
CLOCHE TOI MÊME! ÇA S'APPELLE UN TIMBRE!
...ÉVIDEMMENT!


MINUTE! ET LE RESSORT, HEIN?..
ON L'OUBLIE??
... HÉ.. HO!.. ON NE VA TOUT DE MÊME PAS SE BATTRE POUR SAVOIR QUI, DE L'ÉLECTRO-AIMANT, DU MARTEAU OU DU RESSORT EST LE PLUS IMPORTANT, NON?..

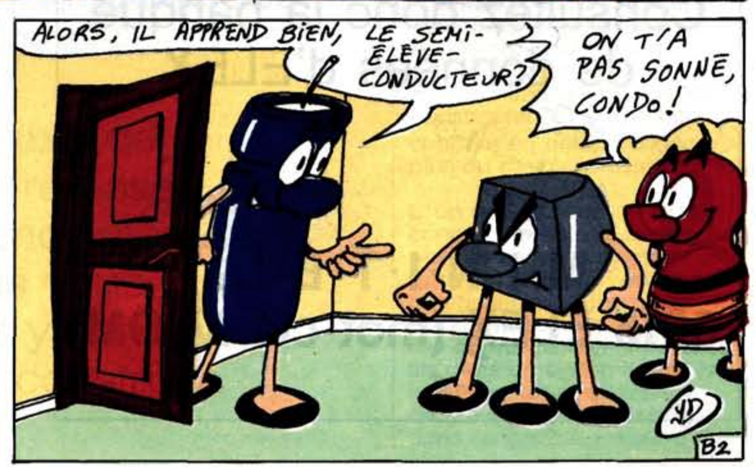

MOI, Y'A UN TRUC QUI M'ÉCHAPPE! COMMENT SE FAIT-IL QU'UN CHAMP MAGNÉTIQUE PUISSE NAÎTRE SIMPLEMENT PARCE QU'ON A TRANSFORMÉ UN BOUT DE FIL EN TIRE-BOUCHON!?
CE N'EST PAS LE FIL QUI PRODUIT LE MAGNÉTISME, VOYONS! C'EST LE COURANT QUI Y CIRCULE. TOUT COURANT ENGENDRE UN "CHAMP MAGNÉTIQUE". EN BOBINANT LE FIL, ON CONCENTRE LE MAGNÉTISME AU CENTRE DE LA BOBINE.
+
CHAMP MAGN. DIFFUS
−
+
CHAMP MAGN. CONCENTRÉ
−

ALORS, ON DEVRAIT PLUTÔT IMPLANTER LE MARTEAU À L'INTÉRIEUR DE LA BOBINE, NON?
ÇA MARCHERAIT AUSSI! D'AILLEURS, ÇA EXISTE SUR LES GONGS MODERNES À 2 SONS. SOUVENT, LE FABRICANT UTILISE UNE SORTE DE FER QUI DIRIGE LE MAGNÉTISME HORS DE LA BOBINE, VERS LE MARTEAU.
*
A2
* N'IMPORTE QUOI! (N.D.L.R.)


JE SUPPOSE QUE TU VEUX PARLER DE CES DEUX BOUTS DE FER QUI TRAVERSENT NOS DEUX BOBINES?
C'EST CELA MÊME!


ALORS, LE FER EST UN CONDUCTEUR DE MAGNÉTISME?
EN QUELQUE SORTE. MAIS NOUS EN REPARLERONS PLUS TARD.


IL FAUDRA D'AILLEURS QUE JE T'EXPLIQUE COMMENT LE MAGNÉTISME FAIT TOURNER UN MOTEUR, ET COMMENT, À L'INVERSE, ON PEUT FABRIQUER DU COURANT AVEC UNE DYNAMO. (CELLE DE TON VÉLO, PAR EXEMPLE.)
AH BON?


ALORS, IL APPREND BIEN, LE SEMI-ÉLÈVE-CONDUCTEUR?
ON T'A PAS SONNÉ, CONDO!
YD
B2

"BIBLIO" PUBLITRONIC

Perfectionnement

Le cours technique

Amateur plus ou moins averti ou débutant, ce livre vous concerne; dès les premiers chapitres, vous participerez réellement á l'étude des montages fondamentaux, puis vous concevrez et calculerez vous-même des étages amplificateurs, ou des oscillateurs. En somme, un véritable mode d'emploi des semiconducteurs discrets qui vous aidera par après à résoudre tous les problèmes et les difficultès de montages plus compliqués.
prix: 58 FF

DIGIT I

Ce livre donne une introduction par petits pas á la théorie de base et l'application de l'électronique numérique. Ecrit dans un style sobre, il n'impose pas l'apprentissage de formules sèches et abstraites, mais propose une explication claire des fondements de systèmes logiques, appuyée par des expériences destinées à renforcer cette connaissance fraîchement acquise. C'est pourquoi DIGIT 1 est accompagné d'une plaquette expérimentale qui facilite la réalisation pratique des chémas. **(avec circuit imprimé)**
prix: 135 FF

L'électronique, pas de panique!

Vous êtes claustrophobe, hydrophobe, vous faites un complexe d'infériorité parce que vous avez l'impression de "rien y comprendre à l'électronique", pas de panique!
Voici votre bouée de sauvetage. L'électronique? pas de panique! premier tome d'une série d'ouvrages consacrés à l'électronique et conçus tous spécialement à l'intention de ceux qui débutent dans ce domaine.
prix: 143 FF

Schémas



300 circuits

Ce livre regroupe 300 articles dans lesquels sont présentés des schémas d'électronique complets et facilement réalisables ainsi que des idées originales de conception de circuits. Les quelques 250 pages de "300 CIRCUITS" vous proposent une multitude de projets originaux allant du plus simple au plus sophistiqué.
prix: 84 FF

301 circuits

Second ouvrage de la série "30X". Il regroupe 301 schémas et montages qui constituent une mine d'idées en raison des conceptions originales mises en euvre.
prix: 94 FF

302 circuits

302 exemples d'applications pratiques couvrant l'ensemble du spectre de l'électronique, ce qui n'est pas peu dire. Parmi ceux-ci, se trouve sans aucun doute celui que vous recherchez depuis si longtemps
Prix: 108 FF

Electronique pour Maison et Jardin prix 63 FF.
9 montages
Electronique pour l'Auto, la Moto et le Cycle
prix: 63 FF
9 montages
Construisez vos appareils de mesure
10 montages et appendice technique
prix: 63 FF

Créations électroniques

Recueil de 42 montages électroniques sélectionnés parmi les meilleurs publiés dans la revue Elektor.
prix: 119 FF.

Disponible:
- chez les revendeurs Publitronic
- chez les libraires
- chez Publitronic, B.P. 55, 59930 La Chapelle d'Armentières (+25 F frais de port)

UTILISEZ LE BON DE COMMANDE EN ENCART

MINI-ENCEINTES



avec caisson de graves

Comment concilier une bonne restitution des graves avec la petite taille d'enceintes acoustiques ?
Techniquement il n'est pas possible de reproduire les graves d'une contre-basse ou ceux d'un orgue, au moyen d'enceintes aussi minuscules que celles que nous vous présentons ici. Et pourtant nous y sommes parvenus . . . qui lira verra, qui construira entendra.

Les haut-parleurs appartiennent à un domaine bien particulier de l'électronique basse fréquence. Dans une chaîne haute-fidélité, on n'est pas prêt d'oublier leur existence car ils restent le point faible (et le boulet) de la chaîne. . . à haute infidélité. Le haut-parleur idéal n'existe pas, loin de là !
Il suffit d'aller jeter un coup d'oeil dans nimporte quel magasin de matériel audio pour se rendre compte de la variété des solutions auxquelles aboutissent les différents fabricants, alors que tous essayent d'atteindre *le même* but.
Comment construire un transducteur (c'est-à-dire un organe qui transforme un phénomène d'une certaine nature en un phénomène d'une autre nature) capable de reproduire fidèlement tous les sons audibles (en pratique toutes les fréquences de 30 Hz à 18.000 Hz) sans en privilégier (en l'accuentuant) ni en défavoriser (en l'atténuant) aucun, et de les reproduire avec la puissance souhaitée.

Le résultat à obtenir est clairement défini, mais d'une génération à l'autre, les cheveux des concepteurs de haut-parleurs blanchissent, sans que le but soit atteint. Les résultats sont souvent encourageants, mais les difficultés sont nombreuses et les contraintes contradictoires. Toujours est-il que la reproduction des graves pose encore de très sérieux problèmes.

SUBWOOFER ET SATELLITES

De fait, la restitution des graves comporterait une contradiction de moins si nous mettions moins de restrictions aux dimensions des enceintes. Or c'est bien là une de nos exigences essentielles, de nature esthétique et pratique. Qui accepte d'encombrer son appartement ou sa chambre de caisses volumineuses et souvent inesthétiques ? Pourtant chacun souhaite obtenir sur sa chaîne une bonne reproduction des graves. Voilà deux exigences bien contradictoires que les constructeurs essayent de concilier en des procédés plus ou moins astucieux.

L'un des artifices les plus connus consiste à corriger par des moyens électroniques la mauvaise restitution des graves par une petite enceinte acoustique. Cet artifice donne des résultats positifs dans un système actif (on incorpore un amplificateur de graves supplémentaire dans l'enceinte). Hélas, le

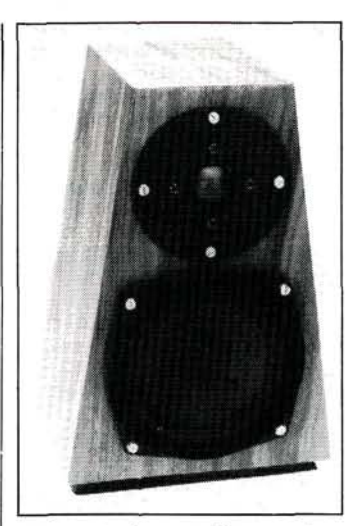


Figure 1 - Les satellites sont remarquablement compacts. Si on le juge opportun, on peut les utiliser sans le caisson de graves.

prix d'un tel système est considérable.
Une autre méthode consiste à **réunir les haut-parleurs de graves du canal gauche et du canal droit dans une même enceinte.** Il n'en résulte qu'une faible perte d'effet stéréophonique, car l'oreille humaine est incapable de situer avec précision l'origine des sons dont la fréquence est inférieure à 150 Hz. Un tel système de haut-parleurs est donc constitué d'une part de deux petites enceintes dont chacune restitue l'aigu et le médium d'un canal, et d'autre part d'un caisson unique pour les graves. Souvent on appelle "satellites" les petites enceintes et "subwoofer" le caisson de graves.

Cette formule est très pratique, car la taille des satellites peut être fortement réduite, puisqu'ils n'ont pas à reproduire de sons graves. On leur trouve facilement une place même dans la chambre la plus encombrée. Il est facile aussi de trouver une place pour le caisson de graves unique. Il n'est pas nécessaire que sa position soit centrale puisqu'il ne participe que faiblement à la spatialisation du signal musical reproduit. On peut de surcroît lui affecter une fonction secondaire : table basse par exemple, ou jardinière.

LA SOLUTION D'ELEX

A la lecture de ce qui précède vous avez sans doute deviné quelle est la solution choisie par ELEX. Nous avons cependant apporté quelques perfectionnements et caractéristiques originales au principe des enceintes satellites avec caisson de graves.
Nous avons réussi à sortir des graves amples et profonds (f_{-3dB} = 39 Hz !) d'un caisson de faible volume : 40 litres. C'est réellement une performance car le volume habituel d'un caisson de caractéristiques équivalentes est de 60 à 80 litres. Grâce à ses dimensions réduites ce meuble devient attrayant et en tous cas facile à installer dans un intérieur aux dimensions modestes.

D'autre part, nous avons trouvé un heureux compromis entre les dimensions des satellites et leurs qualités sonores. Si leurs dimensions sont réellement très faibles, nous n'avons cependant pas sacrifié la linéarité de leur courbe de réponse, ni restreint la pression acoustique qu'ils sont capables de produire. Notre combinaison caisson de graves/satellites supporte une puissance de 40 watts.

Nous n'avons pas fait appel à un ébéniste pour construire les caisses en bois. Cette conception du travail permet même à ceux qui ne sont pas très doués pour la menuiserie de s'en tirer aussi bien que notre concepteur. Une autre bonne surprise vous attend le jour où vous irez acheter les composants et le matériel nécessaire pour construire vos satellites et votre caisson de graves. Cela devrait vous coûter sensiblement moins qu'une installation toute faite de qualité équivalente.

MINI-SATELLITES

Les satellites constituent la partie la plus simple et la plus classique du système. Si l'espace dont vous disposez est réellement incompatible avec un caisson de graves, vous pouvez utiliser les satellites de façon autonome, sans transducteur de graves. Nous avons essayé de concevoir ces mini-satellites de manière à produire un son de très bonne qualité à l'aide de deux haut-parleurs par enceinte, sans aboutir à un prix exagéré. Nous avons trouvé ce compromis grâce à deux haut-parleurs Audax : un haut-parleur médium de 13 cm et un tweeter à dôme de 25 mm (HIF 13 JVX et HD100 D25). Notez que le tweeter est parmi les meilleurs de sa catégorie.

Le marché offre certainement des haut-parleurs supérieurs à ceux-ci. Le prix de ces merveilles-là correspond cependant un multiple entier de la facture que nous avons payée pour les nôtres. Nous estimons qu'il faut accepter de limiter ses ambitions, puisque de toute façon le haut-parleur idéal n'existe pas (encore), quel que soit le prix que l'on paye. Les dimensions des caisses de nos mini-satellites sont aussi petites que possible. Un seul impératif : les deux haut-parleurs doivent y trouver place. La face avant est un trapèze haut de 26 cm. Le volume de la caisse est d'environ trois litres. Plus loin nous reviendrons sur la façon de la construire.

Le filtre de séparation (**figure 2**) est divisé en deux parties. La partie encadrée (ligne pointillée) est le filtre du satellite. Il sépare les fréquences destinés au tweeter (HP3) de celles qui alimentent le haut-parleur du registre médium (HP2). La séparation des signaux destinés au subwoofer (HP1) est effectuée par un condensateur (C4) qui n'est pas implanté sur la platine du filtre. Il est installé dans le caisson du subwoofer. Cette conception facilite l'emploi des satellites sans subwoofer. La **figure 3** montre comment raccorder les différents éléments de ce système de haut-parleurs.

Le filtre est un filtre du 2ème ordre dont la pente est de 12 dB par octave. Il comporte

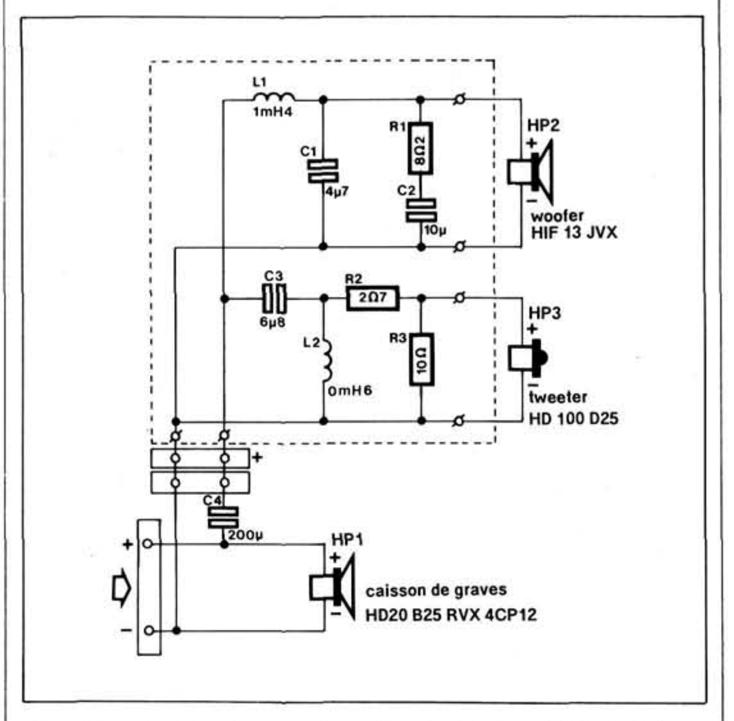


Figure 2 - Le filtre de séparation d'un canal de la chaîne stéréo. La fonction de ce filtre est de faire parvenir à chaque haut-parleur uniquement les fréquences qu'il est capable de reproduire convenablement. Le condensateur C4 sépare le subwoofer des satellites.

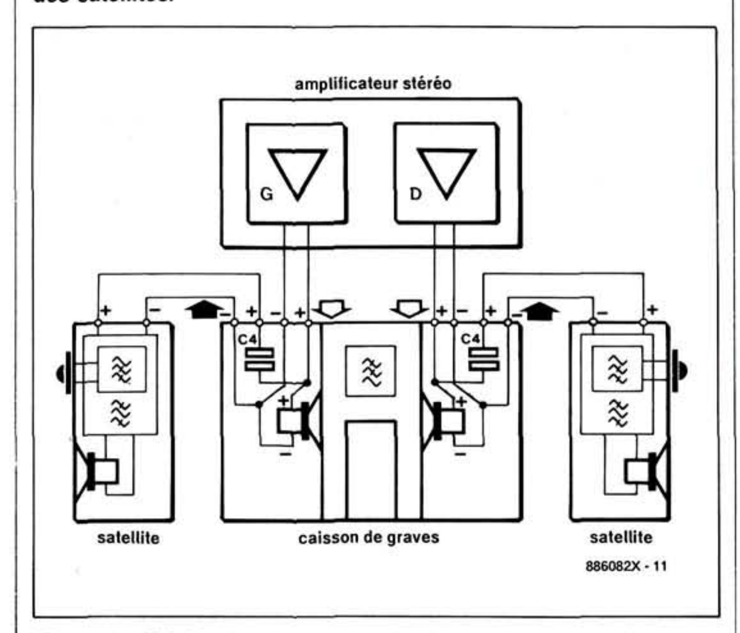


Figure 3 - Voici la façon de raccorder les mini-enceintes à l'amplificateur. Ceux qui ne souhaitent pas employer le subwoofer peuvent raccorder directement les satellites à l'amplificateur. Il n'y a rien à modifier dans ce cas.

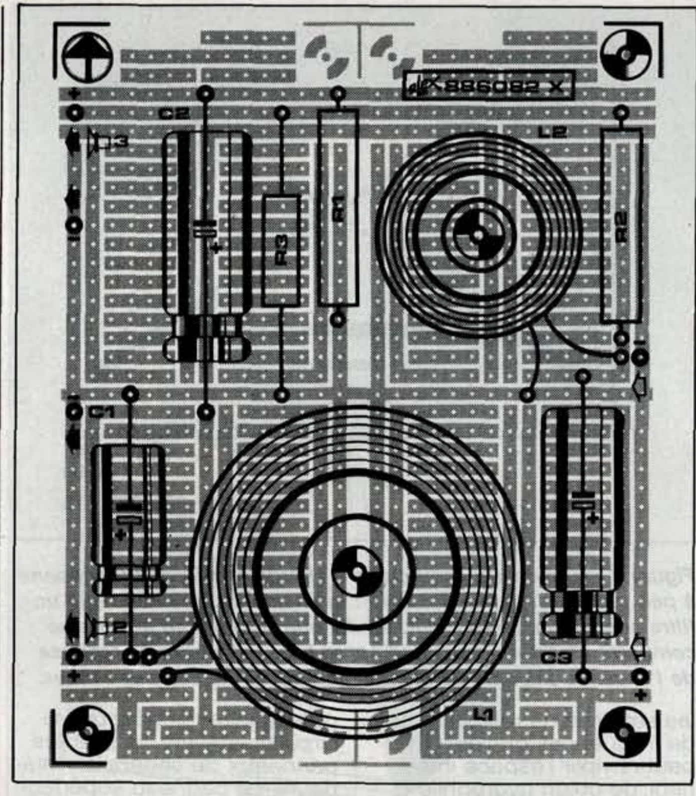


Figure 4 - Le filtre de séparation de chaque canal est monté sur une platine expérimentale Elex de format 2. Les deux bobines sont fixées à la platine au moyen de boulons en matière plastique (important!).

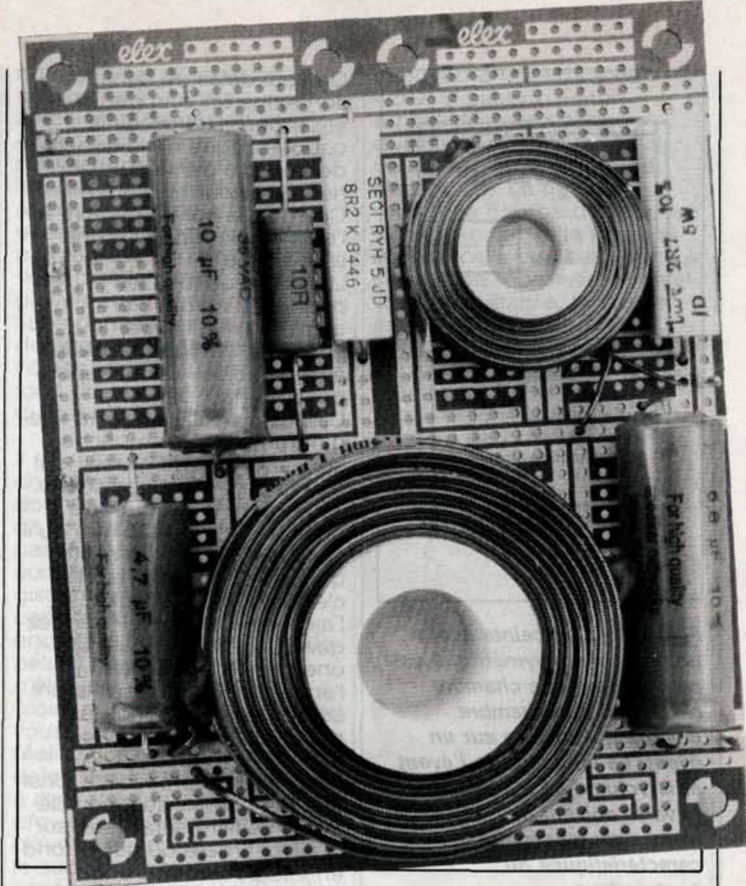


Figure 5 - Ce filtre sera vissé sur le panneau que forme le fond du satellite. On disposera des entretoises entre la platine et le panneau du fond.

les composants suivants : L1, C1, C3 et L2. Le réseau R1/C2 compense l'impédance élevée de HP2, tandis que le diviseur de tension R2/R3 compense la différence de rendement entre les deux haut-parleurs (le tweeter a un meilleur rendement). La fréquence de transition entre HP2 et HP3 est d'environ 2,5 kHz tandis qu'elle est de 150 Hz entre le subwoofer et les satellites.

Les composants du filtre occupent la surface d'une platine expérimentale de format 2 (**figure 4**). L'entrée du filtre est à droite (+,-), les sorties vers HP2 et HP3 se trouvent à gauche. Aucun fil de pontage ne figure sur le schéma d'implantation des composants. L1 et L2 sont des bobines à air. Elles sont constituées de fil émaillé d'un diamètre de 1 mm pour L1 et de 0,5 à 0,7 mm pour L2. Dans nos prototypes nous avons utilisé des bobines Visaton qui nous ont donné pleine satisfaction. Les résistances R1, R2 et R3 doivent dissiper une puissance de 5 watts. Les condensateurs C1 à C4 sont des condensateurs électrolytiques. Les perfectionnistes utiliseront pour C3 un condensateur à film. En principe cela devrait encore améliorer les aigus. La **figure 5** montre l'aspect d'un *filtre équipé de ses composants*. Lorsque vous raccorderez vos haut-parleurs aux filtres, prenez garde de ne pas inverser leur polarité.

LE CAISSON

Nous avons déjà évoqué les solutions traditionnelles destinées à reproduire les sons graves. Qu'on utilise une enceinte fermée, un baffle ouvert ou un système accordé très compliqué, on aboutit toujours à des dimensions prohibitives dès qu'on s'attaque à la reproduction linéaire des graves jusqu'aux fréquences de l'ordre de 40 Hz.
Depuis 1953 il existe une solution assez originale à ce problème. Il s'agit de l'**enceinte à charge symétrique**. Pourquoi cette solution n'a-t-elle pas encore rencontré un franc succès ? Nous l'ignorons, mais il est certain que ce type d'enceinte est bien appropriée au subwoofer. Elle ne tient cependant ses promesses qu'avec des haut-parleurs ayant des caractéristiques spécifiques. Le manque de variété dans les haut-parleurs de grande qualité, explique peut-être l'oubli relatif dans lequel est tombé ce montage.

Quoi qu'il en soit, la **figure 6** vous montre le principe de la charge symétrique. A l'arrière, la membrane du haut-parleur est chargée par une chambre close de dimension relativement restreinte. A l'avant elle est chargée par une autre chambre aux dimensions quasi identiques, ouverte sur un évent. La chambre ouverte sert à **accorder le système** et fonctionne comme **un filtre acoustique passe-bas**.
La chambre close constitue, avec le haut-parleur, un filtre acoustique passe-haut. La fréquence de coupure de ce filtre est situé aux environs de 150 Hz grâce aux dimensions restreintes de la chambre close. La **figure 7** montre de quelle façon l'influence de la charge symétrique donne naissance à la résultante qui caractérise ce type d'enceinte. Dans le cas de notre subwoofer, la courbe résultante est rectiligne, à peu de choses près, entre 30 Hz et 150 Hz.

Il est donc parfaitement possible de reproduire les graves sans recourir à une enceinte énorme. Les dimensions de l'enceinte à charge symétrique sont cependant très critiques. Le volume de la chambre close, celui de la chambre ouverte et les dimensions de l'évent doivent être harmonisés parfaitement avec les caractéristiques du haut-parleur. La longueur de l'évent est particulièrement critique. Inutile d'ajouter qu'il est délicat d'installer dans cette enceinte, un autre type de haut-parleur que celui pour lequel elle a été conçue.

Notre intention étant de construire une enceinte de taille réduite commune aux deux canaux d'une installation stéréophonique, nous avons donc **combiné deux chambres closes avec une seule chambre**

Liste des composants

HP1 = woofer Audax type HD20B25 RVX 4CP12 (deux pièces)
HP2 = médium Audax type HIF 13 JVX (deux pièces)
HP3 = tweeter Audax type HD 100 D25 (deux pièces)

Composants des filtres (tout en double)
R1 = 8,2 Ω/5 W
R2 = 2,7 Ω/5 W
R3 = 10 Ω/5 W
C1 = 4,7 µF/35 V électrolytique
C2 = 10 µF/35 V électrolytique
C3 = 6,8 µF/35 V électrolytique (éventuellement condensateur à film)
L1 = 1,4 mH, fil de 1 mm
L2 = 0,6 mH, fil de 0,5 à 0,7 mm
platine Elex de format 2
bois : voir figure 10 (le tout 2 fois)
et figure 12
tuyau en PVC, diamètre extérieur :110 mm
longueur :19 cm
mousse alvéolaire : environ 0,5 m²
colle à bois et clous
joint de calfeutrage
6 embases de raccordement pour les haut-parleurs

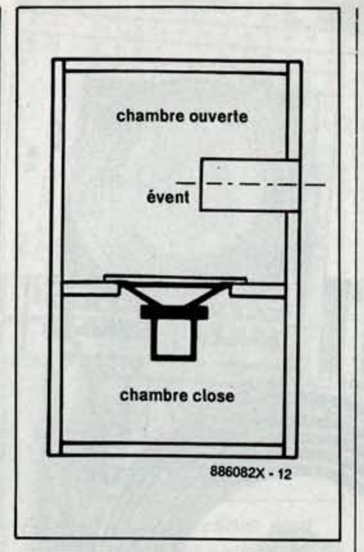


Figure 6 - L'enceinte acoustique à charge symétrique est constituée d'une chambre close et d'une chambre ouverte qui s'ouvre sur un évent. La longueur de l'évent et le volume de la chambre ouverte doivent être harmonisés rigoureusement aux caractéristiques du haut-parleur.

ouverte commune aux deux haut-parleurs. La photo de la **figure 8** vous montre cette réalisation. Vous voyez, face à face, les deux robustes haut-parleurs Audax (HD20B25 RVX 4CP12) qui restent d'un prix abordable, malgré leur très bonne qualité.

Vu les performances de cette enceinte, on peut dire qu'elle est réellement compacte : 61,5 × 24,6 × 39,6 cm (L×H×P). L'évent est un tube en PVC à paroi épaisse. Son diamètre extérieur est de 110 mm et il est long de 19 cm.
Le caisson fonctionne aussi bien couché que debout, sa position n'a pas d'influence sur la courbe de réponse. Comme c'est le cas pour toute enceinte acoustique, sa puissance sonore est améliorée lorsqu'on le rapproche d'une ou de plusieurs parois.

LA MENUISERIE

La conception de la menuiserie est telle que la construction des enceintes est à la portée de tout le monde. La **figure 10** indique clairement la forme et les dimensions de toutes les pièces et la **figure 9** montre la façon de les assembler. Vu les petites dimensions de ce montage, il n'est pas nécessaire d'utiliser du bois très épais. Des panneaux en multiplex ou en aggloméré de 12 mm conviennent parfaitement.

Un seul détail de construction exige un soin particulier et un peu d'adresse : la coupe oblique de la tranche de certains panneaux (supérieur, inférieur et latéraux). Ces détails sont à parfaire à l'aide d'une râpe et d'une lime à bois.
Une fois que tous les panneaux seront bien ajustés l'un à l'autre, procédez au collage après avoir effectué les découpes pour les haut-parleurs. Utilisez de petits clous (à tête d'homme) pour empêcher les panneaux de glisser tant que la colle n'est pas sèche. Il existe de la colle à bois à prise très rapide (20 mn) qu'il suffit d'appliquer en petites quantités : ce qui importe c'est le serrage effectué à l'aide de serre-joint. Attendez quelques heures, ou toute une nuit; le lendemain l'enceinte sera suffisamment solide pour supporter les manipulations de finition.

Fixez solidement le filtre ainsi que les bornes de raccordement. Le filtre sera vissé sur la paroi arrière ou sur le fond en interposant des entretoises. Dès que vous aurez mis en place l'isolant acoustique (laine de verre), vous raccorderez les deux haut-parleurs au filtre (respectez leur polarité !). Fixez les haut-parleurs au moyen de solides vis à bois ou de boulons et écrous. Le châssis du haut-parleur médium a une forme qui ne permet pas d'en faire adhérer le bord contre le panneau frontal. Il faut donc interposer une entretoise en nylon de 5 mm d'épaisseur entre le châssis et le panneau frontal au passage de chaque vis de fixation.

Le choix du matériau amortisseur n'est pas critique car

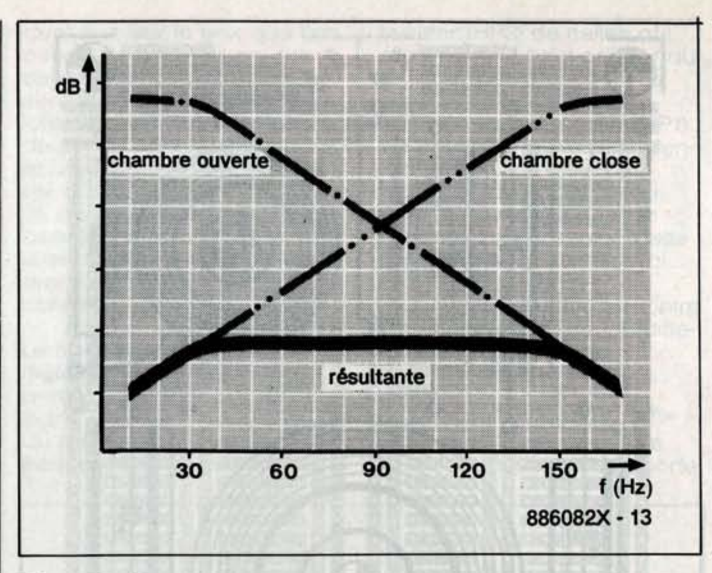


Figure 7 - L'enceinte acoustique à charge symétrique fonctionne à peu près de la façon suivante : la chambre close constitue un filtre acoustique passe-haut, tandis que la chambre ouverte se comporte en filtre acoustique passe-bas. La courbe de réponse de l'enceinte découle de l'action conjuguée de ces deux filtres.

les satellites ne restituent pas de fréquences graves. On peut remplir l'espace intérieur de coton hydrophile non tassé, ou de laine de mouton. Une autre façon de faire consiste à tapisser les parois de laine de roche ou de mousse alvéolaire.

Les **figures 11 et 12** montrent les détails de découpe et de construction du caisson de graves. Ici tout est coupé à angle droit et la construction est simple. L'enceinte doit être très solide. Il convient donc de choisir des panneaux en aggloméré de bonne qualité, épais de 18 mm et de consolider les angles au moyen de tasseaux.
Le fond servira de base de construction. Toutes les parois verticales y seront clouées et collées. N'oubliez pas de faire les découpes circulaires avant de fixer les panneaux de séparation intérieurs. Le panneau supérieur ne sera pas collé, mais vissé en interposant un joint de calfeutrage.

Installez les haut-parleurs avant de fixer l'évent. Donnez une perce légèrement conique à l'ouverture faite dans le panneau frontal pour le tuyau en PVC, afin que celui-ci y soit bien bloqué avant même d'être collé. Rendez l'extrémité du tuyau un peu rugueuse en la frottant au papier de verre, avant de la coller à la colle à bois. Si nécessaire, parachevez l'étanchéité au moyen de mastic aux silicones.
Nous avons résolu le problème des connexions en installant deux embases de connexion sur la face arrière

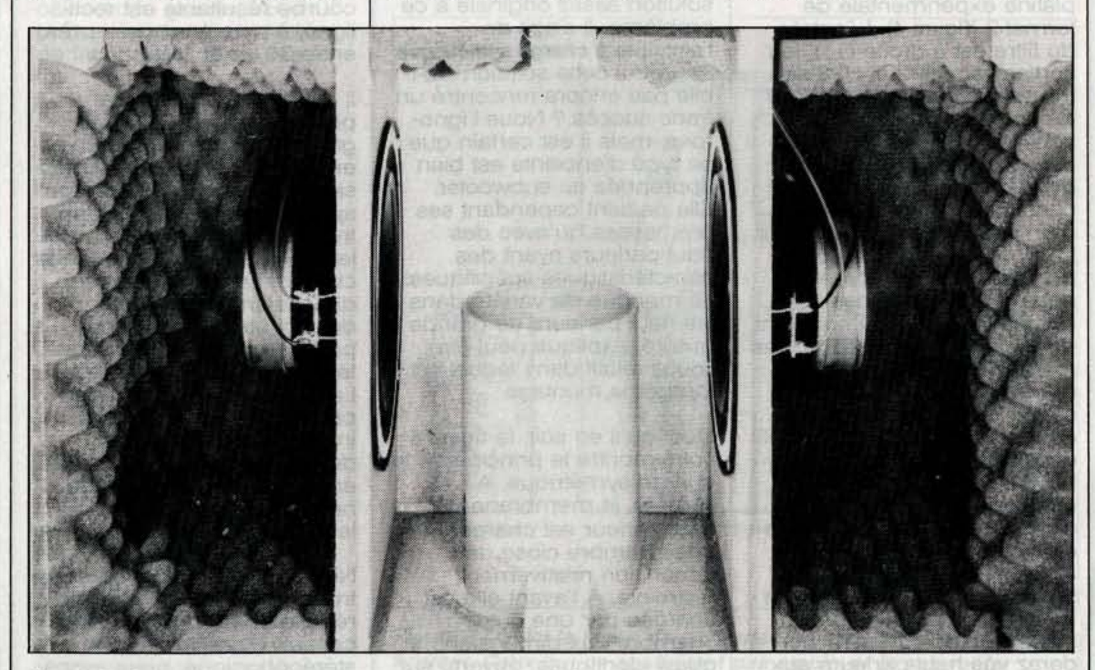


Figure 8 - Le caisson de graves est une version stéréo de l'enceinte acoustique à charge symétrique de la figure 6. La chambre ouverte est commune aux deux haut-parleurs.

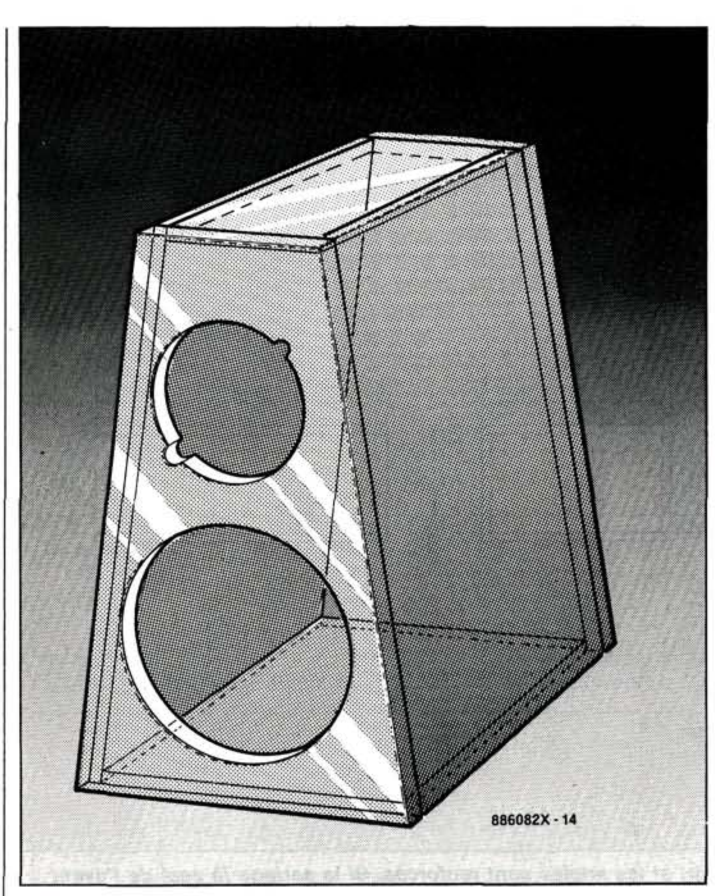


Figure 9 - Schéma d'assemblage d'un satellite. Le dessin est très explicite. La seule difficulté réelle consiste à limer en biais, la tranche de certains panneaux.

de chaque chambre fermée. L'une est raccordée à la sortie de l'amplificateur et l'autre sert de prise de raccordement pour le satellite correspondant. Le condensateur C4 est monté en série dans la ligne + qui relie les deux embases. En cas d'hésitation, reportez-vous à la figure 3 pour vous rafraîchir la mémoire.

L'isolation acoustique du caisson doit être soignée. Toutes les parois des chambres closes doivent être recouvertes de matériau amortissant. Dans la chambre ouverte, il suffit d'amortir la paroi arrière (voir la figure 8). La mousse alvéolaire convient particulièrement bien pour amortir le subwoofer : il n'en faut qu'un demi mètre carré pour garnir toute l'enceinte.
La finition des enceintes acoustiques est une question de goût. Nous avons recouvert les satellites de bois de placage et peint le subwoofer en noir mat. A première vue, cette opération nous semblait plus simple que le placage, mais nous avons éprouvé le contraire : la préparation de la surface à peindre demande beaucoup de travail (poncer, appliquer le bouche-pore, reponcer). D'autres techniques permettent également d'atteindre de bons résultats : on peut revêtir les enceintes de liège aggloméré ou d'une feuille de matière plastique autocollante.

EN CONCLUSION

Il vous reste à trouver un bon emplacement pour les haut-parleurs et à les raccorder à l'amplificateur. L'emplacement des satellites ne posera sans doute aucun problème, vu leur taille très réduite. A la rigueur vous pouvez les accrocher à un mur.
Le caisson de graves pourra être installé entre les deux satellites, mais ce n'est pas impératif. La meilleure solution consiste à faire des essais à différents emplacements pour choisir celui qui vous plaît le mieux. Si les graves provoquent des vibrations dans le plancher et dérangent les occupants de l'étage inférieur, garnissez le fond du caisson de trois ou quatre pieds en caoutchouc.

Il ne reste plus qu'à brancher l'installation et à s'abandonner au plaisir d'écouter de la musique. Nous avons passé beaucoup de temps à écouter toutes sortes d'enregistrements et nous avons constaté que ces mini-enceintes sont réellement de petites merveilles. Vous n'êtes pas obligé de nous croire sur parole, car si vous vous donnez la peine de réaliser ces enceintes, vous entendrez tout comme nous, à quel point la musique qui provient des satellites est claire et aérienne, alors que le subwoofer restitue les sons les plus graves sans la *moindre peine*. Le subwoofer vous procurera un autre enchantement. Par le fait qu'il est pratiquement impossible de localiser la provenance des sons graves, ils semblent jaillir des satellites.

Nous reproduisons quelques courbes de réponse à l'intention de ceux qui en sont friands. La **figure 13** montre l'impédance totale du système de haut-parleurs. Nulle part l'impédance ne descend en-dessous de 4,5 Ω, si bien qu'aucun amplificateur de bonne qualité auquel on raccorde ce système, ne risque de s'essouffler. La **figure 14** montre la courbe de réponse du subwoofer, et la **figure 15** montre celle des satellites. La courbe de réponse des satellites a été établie, le condensateur C4 étant en place. Les deux courbes de réponse sont rectilignes et leur linéarité est confirmée par l'impression agréable que procure l'écoute de ces mini enceintes.

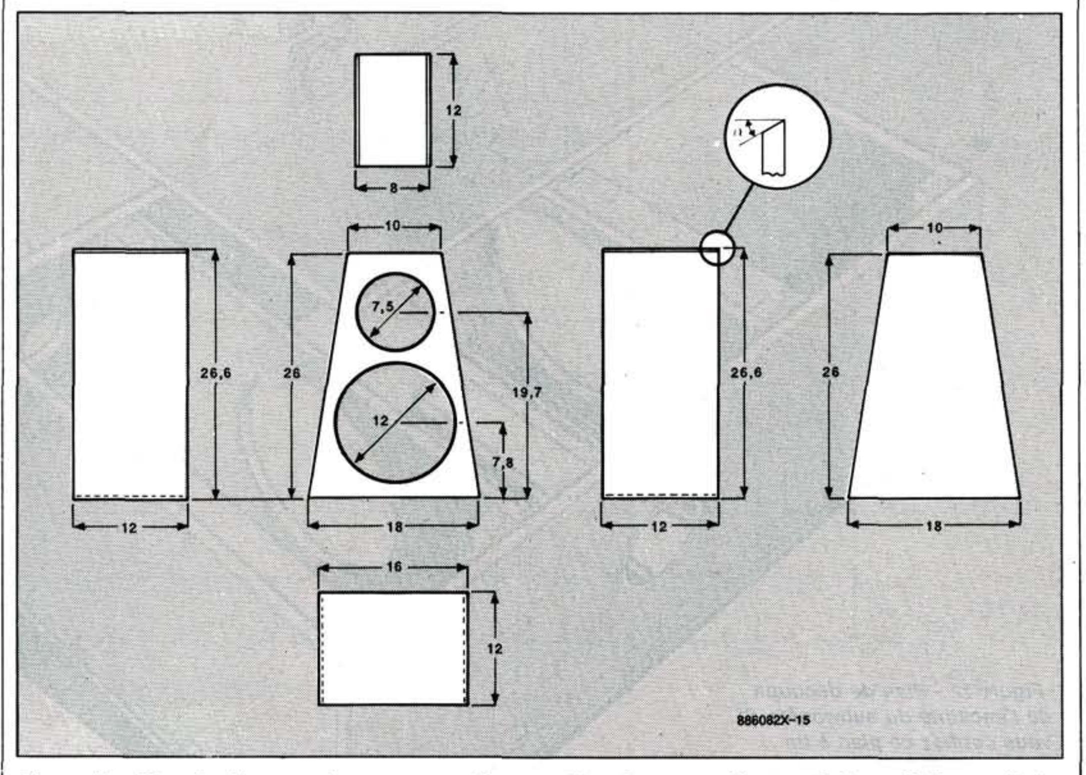


Figure 10 - Plan de découpe des panneaux d'un satellite. On peut utiliser, soit du multiplex, soit de l'aggloméré. L'épaisseur des parois d'un satellite est de 12 mm.

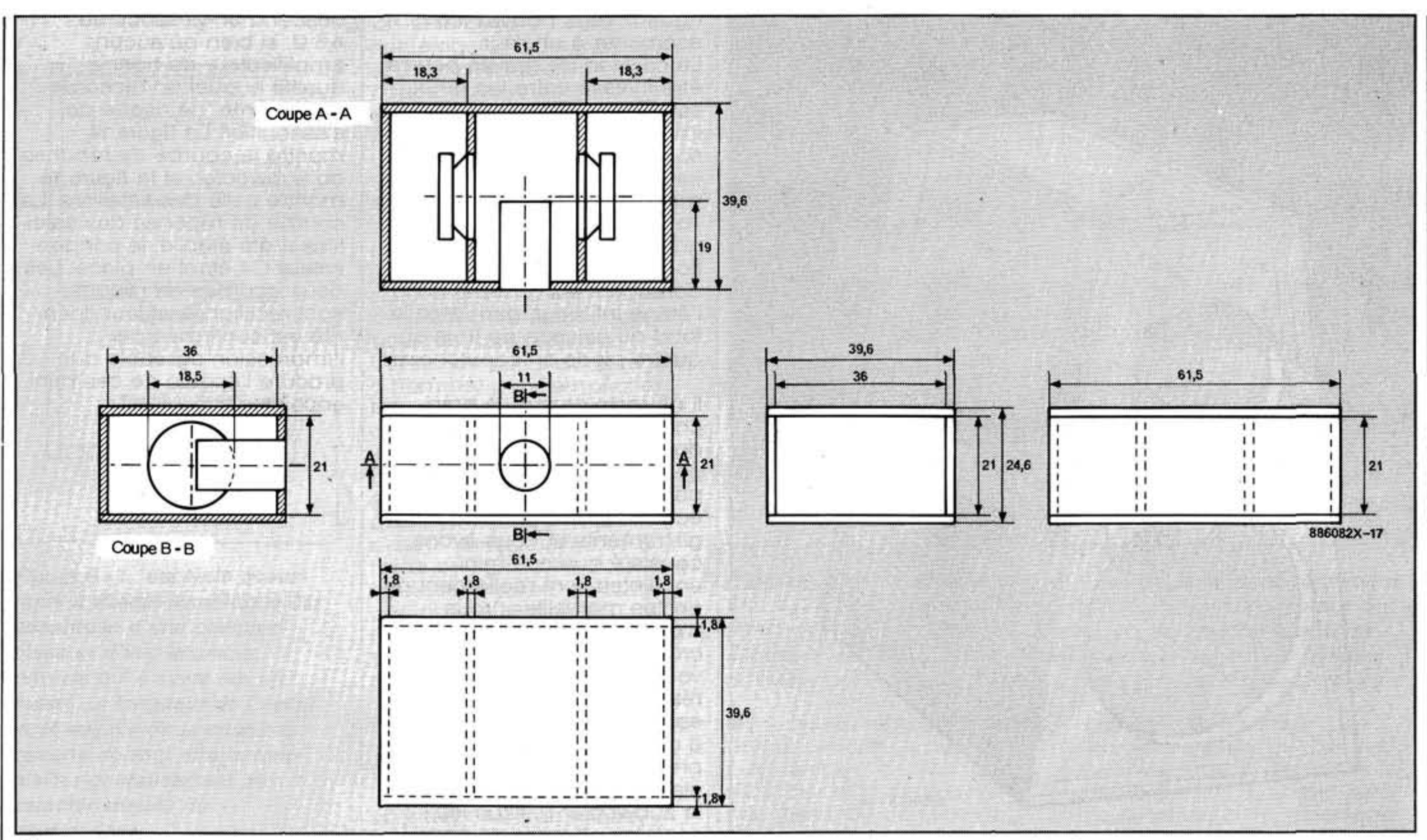


Figure 11 - Les parois du caisson de graves sont plus épaisses (18 mm) et les angles sont renforcés. Si le serrage (à sec) de l'évent est convenable, il suffira de coller le tuyau en PVC à l'aide de colle à bois. Le panneau supérieur n'est pas collé, mais vissé. Un joint de calfeutrage assure l'étanchéité de cette paroi.

Figure 12 - Plan de découpe de l'enceinte du subwoofer. Si vous confiez ce plan à un menuisier, il fera une découpe précise des panneaux.

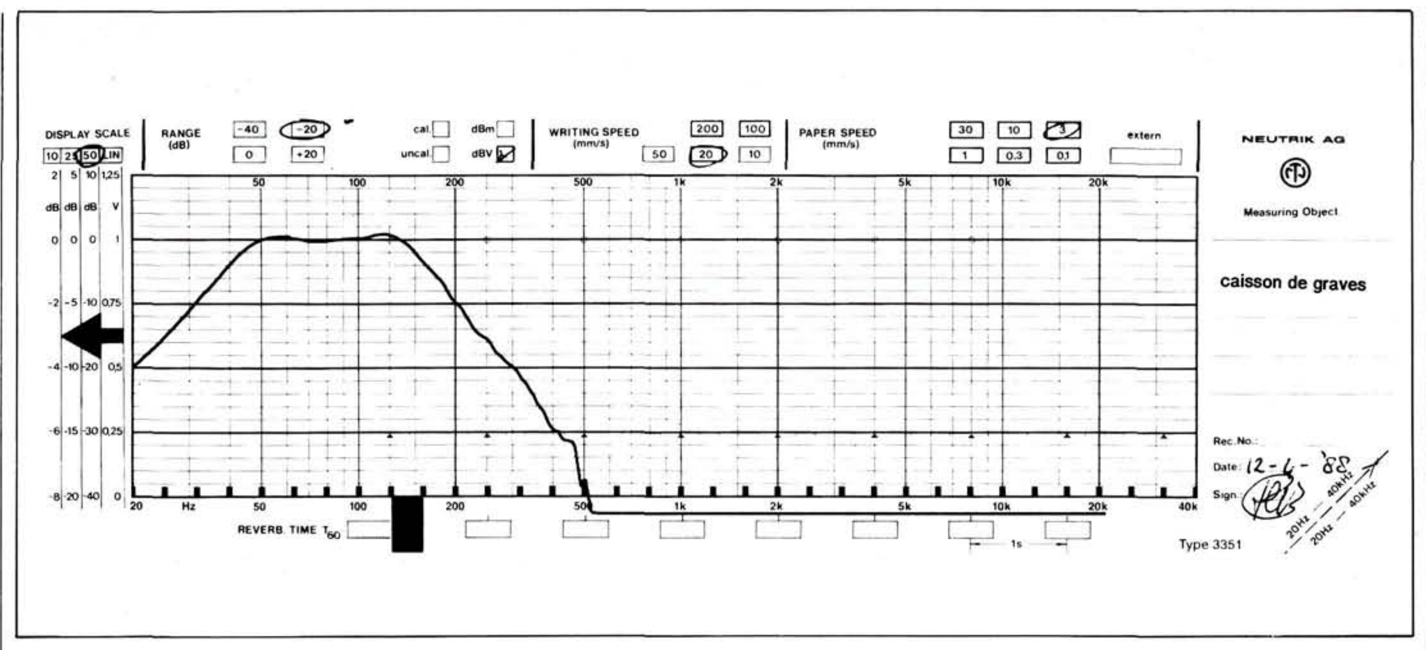


Figure 13 - Impédance totale du système satellites/subwoofer.

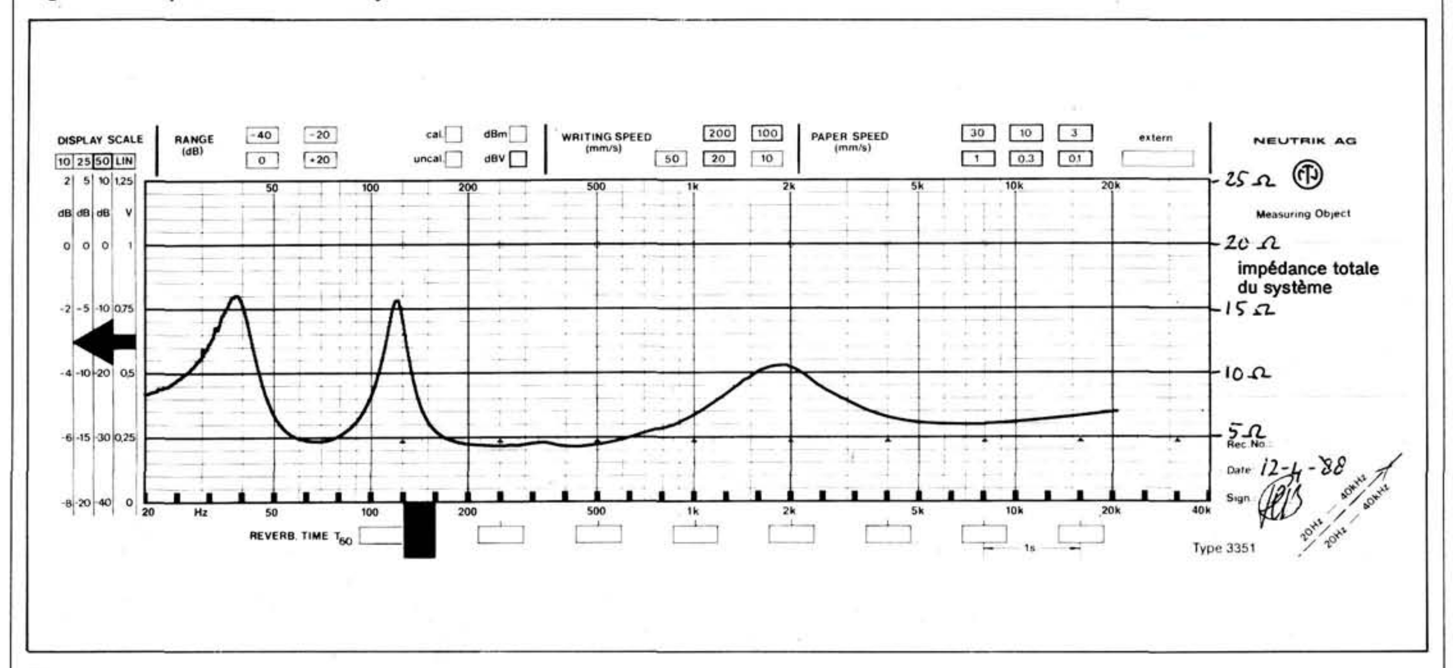


Figure 14 - Le subwoofer restitue correctement les fréquences situées entre 39 Hz et 150 Hz.

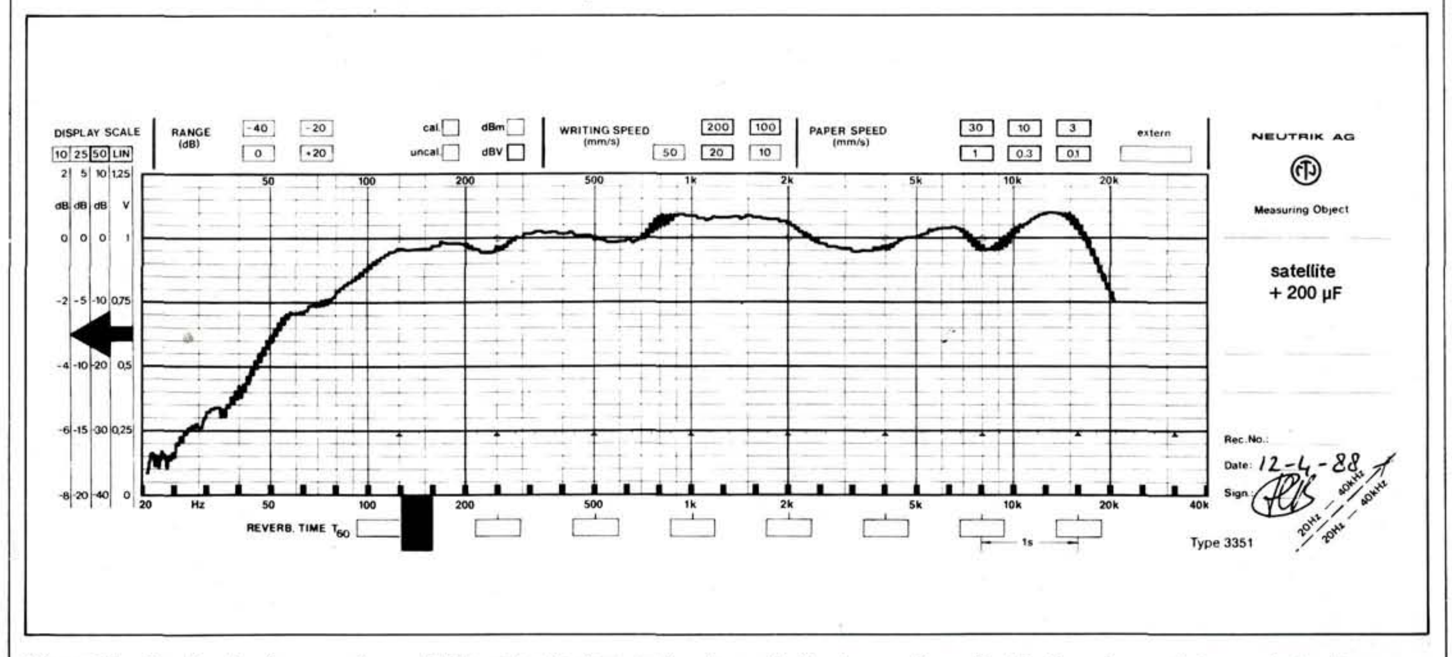


Figure 15 - Courbe de réponse d'un satellite, relevée dans un local semblable à une pièce d'habitation, à une distance de 2 mètres.

UCAR: TOUTE LA LUMIERE SUR LES LAMPES-TORCHES

Les Français n'y voient goutte dans l'éclairage portatif... Sous-équipés ou pas équipés du tout, les Français confondent flamme de bougie et spot de 2 kW, marchent dans le noir au milieu de la campagne ou recréent les fééries de Versailles pour trouver leur clé de contact... Bref, ce sont l'information et la compréhension qui manquent le plus au pays des lumières.
UCAR, un des leaders mondiaux des lampes torches lance une gamme complète d'éclairage portatif : à chaque usage, voire même à chaque style de vie, sa lampe adaptée...

FRANCE: LANTERNE ROUGE DE L'ECLAIRAGE ?

Bricolage, camping, randonnée nocturne, minuterie qui flanche ou... panne d'électricité, les occasions de juger de l'utilité d'une lampe-torche ne manquent pas. La France est pourtant parmi les pays les plus sous-équipés d'Europe. Plus encore, si l'on en croit une récente enquête, la possession d'éclairage est près de 5 fois moindre que chez nos cousins Nord-Américains...
On découvre ainsi, qu'un français sur 5 n'a que sa mémoire et sa bonne étoile pour ne pas se défoncer le crâne en cas de panne de courant, par l'absence totale de la moindre torche. Ou que les fameux "boîtiers plats" servent indifféremment à rechercher le bouton de manchette qui a roulé sous l'armoire ou à retrouver son chemin dans la nuit noire...
La raison en est simple, le Français ignore qu'une lampe précise correspond à un usage précis. Il en va de même pour l'éclairage de secours, indispensable au conducteur, que l'on sous-estime en même temps que l'on accroît les risques en cas de panne.

UNE GAMME COMPLETE POUR TOUS LES USAGES ET TOUS LES STYLES.

Ucar a décidé de structurer sa gamme en classifications précises aptes à aiguiller le consommateur vers le produit qui convient à son type d'utilisation...



ou à son style de vie.
C'est ainsi que pour tous les usages nécessitant des performances exceptionnelles, une vision à longue distance comme dans toute activité extérieure, tant de loisir que professionnelle, Ucar a conçu une gamme **"halogène"**.
Indispensable dans la voiture, ou en cas de panne de courant, la lampe "7 combinaisons" est la digne représentante de la famille **"utilitaire"** d'Ucar. Trois éclairages séparés (torche, lampe fluo et signal de détresse clignotant) peuvent être actionnés séparément ou librement couplés, représentant ainsi 7 compinaisons différentes.
Toujours sur soi, les produits de la gamme **"mini"** répondent à des besoins quotidiens d'éclairage. Elégants et astucieux, ils sont le reflet de la recherche d'Ucar en matière de réponse aux demandes des consommateurs.
Avec la gamme **"Economique"**, c'est l'éclairage des petits usages qui est privilégié, torches de base transformables ou boîtiers plats.
Dernière née, mais loin d'être la moins intéressante, le concept **Couleur** d'Ucar synthétise les demandes d'une nouvelle génération de consommateurs.

MAN'X 102 : LE CONTROLEUR UNIVERSEL EN KIT

CDA innove. Les passionnés de loisirs électroniques et de bricolage, ainsi que les élèves de l'enseignement technique et professionnel pourront maintenant monter eux-mêmes leur contrôleur universel MAN'X.
Cette version en KIT est issue de la fameuse série de contrôleurs MAN'X (actuellement six modèles analogiques et numériques).
Première originalité des MAN'X : un boîtier moulé en élastomère semi-rigide, nervuré avec une fixation souple des circuits et galvanomètre. Il en résulte une exceptionnelle résistance aux chocs, doublée d'une étanchéité au ruissellement. Deuxièmement, une sécurité électrique optimale : douilles et cordons de sécurité, protection par fusible HPC (à haut pouvoir de coupure), et semi-conducteurs. Enfin la simplicité d'emploi : le MAN'X 102 dispose d'une entrée de mesure unique et d'un seul commutateur pour la sélection des fonctions et calibres. De plus, un code des couleurs facilite le repérage de l'échelle de lecture correspondant au calibre sélectionné.

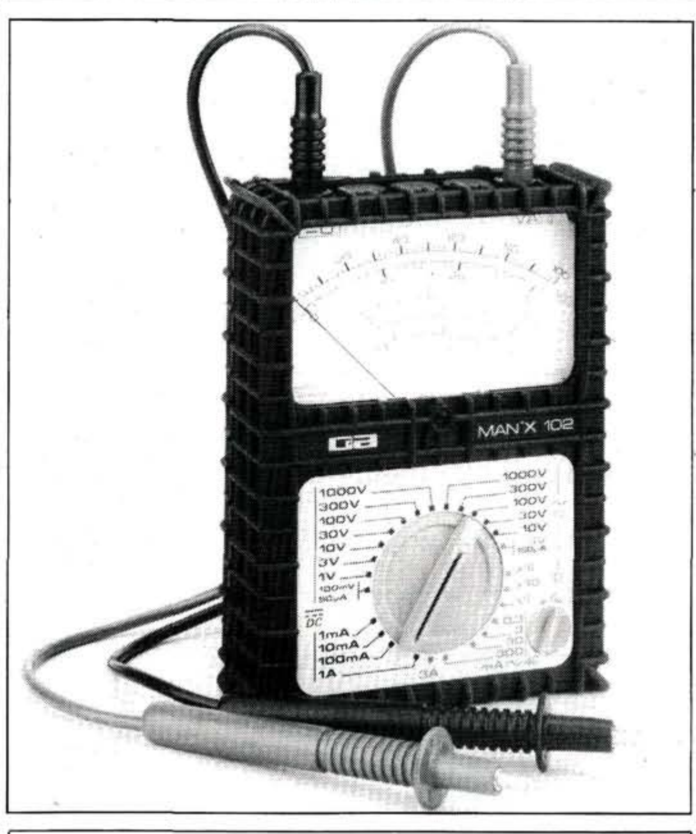
UNE REALISATION FACILE ET ATTRAYANTE:

Une notice de montage illustrée explicite les différentes opérations de montage : identification des composants, implantation, câblage, sourdure et contrôle. L'outillage nécessaire est réduit au minimum : fer à souder, pince et tournevis.

UTILISATION PEDAGOGIQUE:

Une brochure illustrée, d'une quarantaine de pages viendra renforcer l'aspect didactique viendra renforcer l'aspect didactique de ce kit MAN'X 102.
Les thèmes traités dans cet ouvrage sont les principes physiques du contrôleur universel et ses différentes fonctions, sa technologie, les principes fondamentaux de la mesure électrique et les multiples applications domestiques du contrôleur universel.

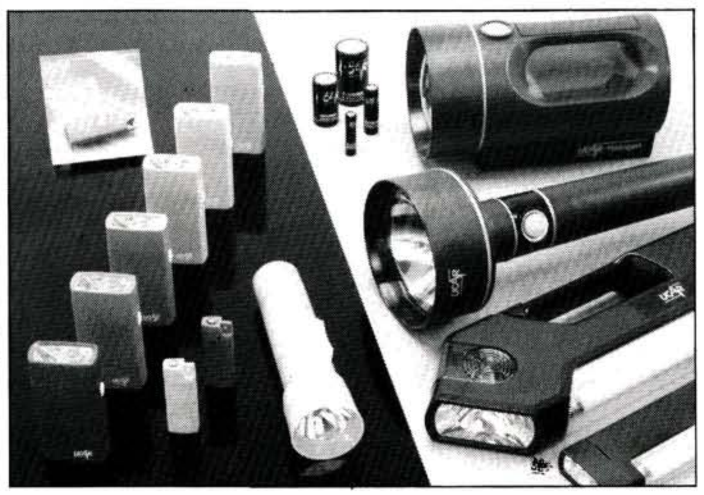


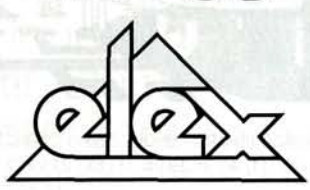




CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU MAN'X 102

- Résistance interne : 20 kΩ/V
- Précision : ±2,5% en courant continu et alternatif
- Tension continue : 0 - 100 mV à 1000 V
- Tension alternative : 0 - 3 V à 1000 V
- Intensité continue : 0 - 50 μA à 1 A
- Intensité alternative : 0 150 μA à 3 A
- Résistances : 0 1 kΩ à 1 mΩ
- Echelle en dB (décibels)





Indispensable!

Guide des circuits intégrés
Brochages & Caractéristiques 1

Sur près de 250 pages sont récapitulées les caractéristiques les plus importantes de 269 circuits intégrés: CMOS (62), TTL (31) Linéaires, Spéciaux et Audio (76 en tout).
Il constitue également un véritable lexique, explicitant les termes anglais les plus couramment utilisés. Son format pratique et son rapport qualité/prix imbattable le rendent indispensable à tout amateur d'électronique.
prix: 127 FF

Guide des circuits intégrés 2

- nouveaux symboles logiques
- famille HCMOS
- environ 200 fiches techniques (avec aussi des semi-conducteurs discrets courants)
- en anglais, avec lexique anglais-français de plus de 250 mots **prix: 155 FF**



GUIDE DES MICROPROCESSEURS

Près de 300 pages consacrées aux microprocesseurs actuels, du V20 au Z80000 en passant par les Z80, 1082, 65XX(X), 68XX(X), 80XX(X), 32XXX et autres Transputers et RISC. Plus de 250 adresses de distributeurs officiels (en France, Belgique et Suisse) des types de microprocesseurs décrits dans cet ouvrage y sont répertoriées. Finies les recherches interminables et vaines. **PRIX 195 FF**

Disponible:
- chez les revendeurs Publitronic
- chez les libraires
- chez Publitronic, B.P. 55, 59930 La Chapelle d'Armentières (+25 F frais de port)

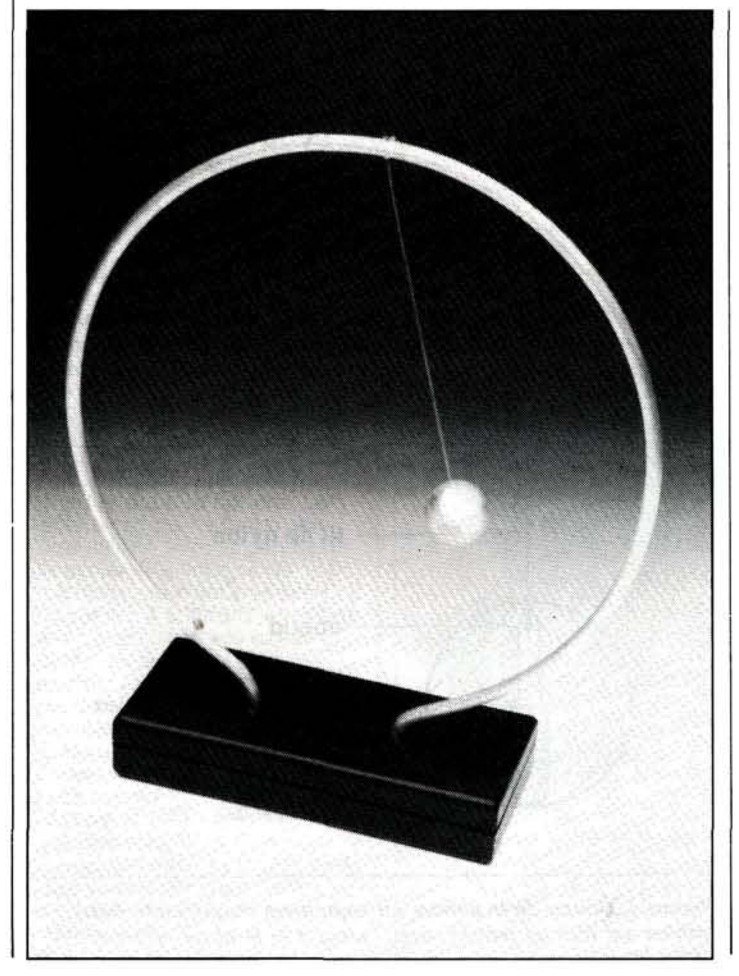
UTILISEZ LE BON DE COMMANDE EN ENCART

pendule électronique à mouvement perpétuel

Le kit décrit ici vous permet:

- de simuler un mouvement perpétuel avec un circuit électronique très simple
- de réaliser une expérience attrayante d'induction de tension
- de fabriquer un objet agréable à regarder, décoratif, d'une finition parfaite, et d'en faire éventuellement un cadeau original et personnalisé.

Vue sur l'intérieur du socle du pendule. Les écrous M6 collés au fond permettent de stabiliser l'anneau dont les extrémités sont engagées dans le couvercle du socle.



Le kit KTE présenté ici n'est pas un montage d'ELEX comme les autres; il s'agit d'un kit étonnant à plus d'un égard. D'abord, un pendule (et non UNE pendule), même électronique, c'est déjà un objet bizarre en soi. Il n'en devient que plus intrigant dès que l'on prononce les mots «mouvement perpétuel». Alchimie, magie?. . .

Et bien non, c'est bel et bien de l'électronique! Seulement l'électronique dont il est question ici se cache dans le socle de l'objet. Rien ne doit trahir sa présence, nous verrons pourquoi dans un instant. Le troisième point important est le fait que ce kit vous est proposé MECANIQUE COMPRISE, ce qui est particulièrement appréciable dans un cas comme celui-ci où l'apparence du montage terminé joue un rôle très important.

ANIMER UN OBJET

L'objet est d'une apparence plutôt insolite. Son socle est formé d'un boîtier en matière plastique moulée, d'un noir mat. Il est surmonté d'un anneau d'aluminium brossé de 5 mm de section. Le diamètre de cet anneau est d'environ 20 cm. Une sphère d'aluminium massif y est suspendue à un fil de nylon et se balance perpendiculairement au plan de l'anneau. Voilà pour les apparences. Rien d'extraordinaire jusque là.

Donnez un peu d'élan à la sphère et elle se met à se balancer. Une minute plus tard, elle se balance encore, et elle a même amplifié son mouvement. Stupéfaction! Dix minutes plus tard, elle se balance encore et son élan ne diminue toujours pas. C'est le mouvement perpétuel!

Montrez cela à vos amis, à vos parents, à vos enfants: ils en resteront bouche bée. Pour le spectateur non averti la vision de cette boule qui défie les lois naturelles les plus élémentaires est fascinante. D'ailleurs même pour celui qui connaît la clé du mystère, le pendule à mouvement (pseudo) perpétuel continue néanmoins d'exercer une force d'attraction qui ne faiblit guère. Ce que le spectateur non initié ignore quand il contemple le mouvement infatigable du pendule, c'est la présence d'un aimant noyé dans la sphère, et bien sûr celle du circuit électronique caché dans le socle.

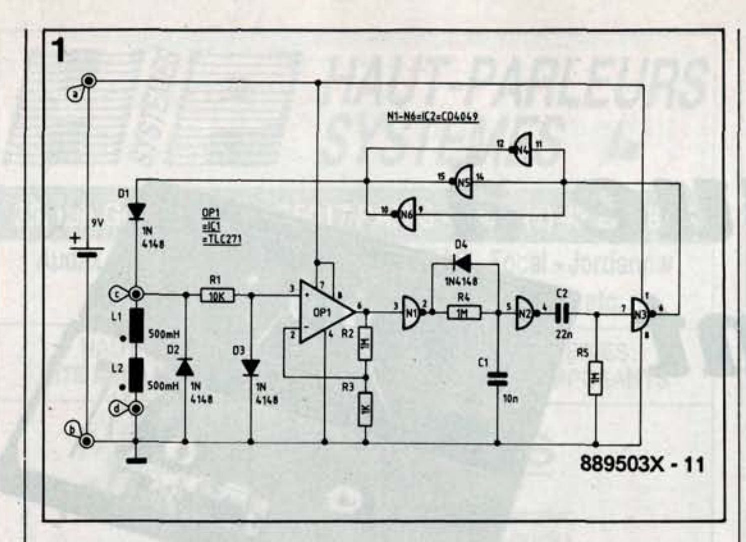


Figure 1. Schéma de l'électronique cachée du pendule à mouvement perpétuel.
Les deux composants essentiels sont les bobines L1 et L2 dans lesquelles le passage de l'aimant induit un courant et qui le repoussent à leur tour sous l'effet d'une impulsion de courant produite par N4, N5 et N6.

LE PASSAGE DE L'AIMANT AU-DESSUS DU SOCLE EXCITE LE CIRCUIT QUI REAGIT AUSSITOT EN ENVOYANT UNE IMPULSION DE COURANT QUI REPOUSSE L'AIMANT ET LUI DONNE DE L'ELAN DANS SON MOUVEMENT DE BALANCEMENT. C'est tout!

MOUVEMENT PERPETUEL

Nous savons maintenant que dans la sphère se trouve un aimant caché. De part et d'autre du milieu du socle, collées sous le couvercle, se trouvent deux bobines, L1 et L2, au-dessus et entre lesquelles passe l'aimant en se balançant (**figure 2**). Tant que la sphère est immobile, l'aimant n'induit aucune tension dans les bobines, et l'entrée (broche 3) de l'amplificateur opérationnel OP1 est forcée à un potentiel à peu près nul par R1 et par la résistance interne des bobines L1 et L2. De ce fait la sortie (broche 6) de cet amplificateur opérationnel est elle aussi à un potentiel proche de 0 V. Du moins en théorie. En pratique, la tension de sortie relevée sur OP1 n'est pas forcément nulle.

En effet, le gain de l'amplificateur opérationnel OP1 est fixé par R2 et R3 à 1000; il est tel que sa tension de sortie au lieu d'être proche de 0 V pourra en fait atteindre 2 V, en fonction de la tension de décalage (**offset**) du circuit intégré. Dans le schéma qui nous occupe ici, il est inutile de chercher à compenser cette tension de décalage pourtant très gênante en d'autres circonstances. Le détail méritait néanmoins d'être signalé.

Dès que la boule d'aluminium se déplace, le passage de l'aimant entre les deux bobines y induit une tension; celle-ci est négative quand l'aimant s'approche des bobines et elle devient positive au moment où il les dépasse et s'en éloigne. Les tensions positives sont amplifiées par OP1: sur sa broche 6 apparaît une impulsion positive que N1 se charge de mettre en forme et d'inverser. A chaque passage de la sphère à la verticale des bobines, une impulsion négative apparaît à la sortie de N1 (broche 2) dont la tension de sortie passe de 9 V (niveau logique haut) à environ 0 V (niveau logique bas). Le potentiel nul de la sortie de N1 permet au condensateur C1 de se décharger brutalement à travers D4. La sortie de N2 change alors d'état et passe de 0 V à environ 9 V. Le réseau différentiateur formé par C2 et R5 achemine cette impulsion vers l'entrée (broche 7) de N3, de sorte que la sortie de ce troisième inverseur (broche 6) passe à son tour de 9 V à 0 V.

IMPULSION DE COURANT

La sortie des trois tampons inverseurs N4, N5 et N6 montés en parallèle passe de 0 V à 9 V et envoie une impulsion de courant dans les bobines à travers D1. La tension relativement élevée qui en résulte est amplifiée par OP1 dont la sortie est alors en régime de saturation (environ +8 V) grâce à quoi l'état de N1 et de N2 reste inchangé.

Une fois écoulé le temps déterminé par la constante de temps C2/R5 (ce temps est très court), le potentiel de sortie de l'inverseur N3 repasse à 9 V et la sortie des inverseurs N4, N5 et N6 repasse au niveau bas (0 V). Le courant à travers L1 et L2 disparaît et la tension induite dans ces bobines s'inverse conformément aux lois de l'inductivité. Pour empêcher l'apparition de brèves impulsions en sortie (broche 6) d'OP1 au moment de l'inversion de la tension aux bornes des bobines (en raison du gain élevé de cet amplificateur), on a prévu le réseau de temporisation formé par R4 et C1. Si une brève impulsion positive apparaît à la sortie de N1 (broche 2), elle n'est pas transmise plus loin, car le condensateur C1 n'a pas le temps de se charger en raison de la valeur élevée de R4. Ainsi les bobines L1 et L2 ne reçoivent à chaque passage de la sphère qu'une seule impulsion de courant parfaitement calibrée.

Cette impulsion repousse l'aimant et redonne ainsi de l'élan à la sphère. Le circuit est conçu de telle sorte que la quantité d'énergie nécessaire à entretenir le mouvement du pendule soit faible. Au repos, la consommation du circuit est de 10 μA. A ce compte-là, une pile compacte ordinaire de 9 V pourrait rester en place pendant plusieurs années. Inutile en tous cas de prévoir un interrupteur marche-arrêt. Quand le pendule est en mouvement, la consommation moyenne est de 0,2 mA, de sorte que la pile pourrait fonctionner 2 ou 3 mois sans interruption.

IMPLANTATION SERREE

A l'exception des deux bobines collées sous le couvercle du socle, tous les composants (hormis la pile) sont logés sur une petite platine dont le dessin apparaît sur la **figure 5**.

Attention: du fait des faibles *dimensions de cette platine*, certains composants devront être implantés verticalement; c'est le cas notamment des résistances R1, R3 et R4, et des diodes (dont il faudra soigneusement vérifier la polarité).
On voit sur la figure 2 que la disposition de cette platine au fond du boîtier peut être faite de telle manière qu'elle immobilise la pile compacte de 9 V. Une fois que la colle époxy avec laquelle ont été fixées les deux bobines aura durci, il faudra effectuer le câblage des bobines tel qu'il est décrit sur la **figure 3a**. La liaison entres les bobines et la platine sera effectuée en fil de câblage isolé.

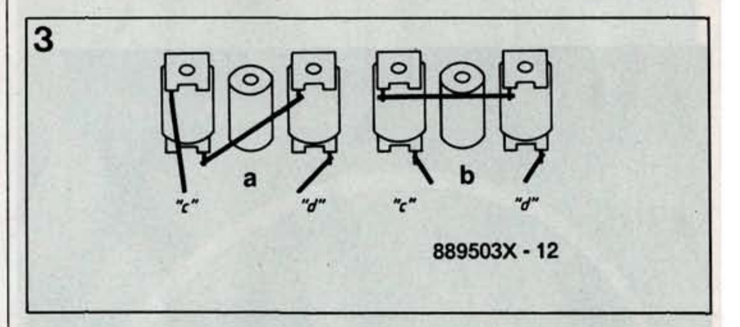


Figure 3. Schémas de connexion des bobines à self-induction L1 et L2. Le plan «b» devra être adopté au cas où le pôle Nord de l'aimant n'a pas été tourné vers le centre de la sphère. Les deux bobines sont fournies dans le kit.

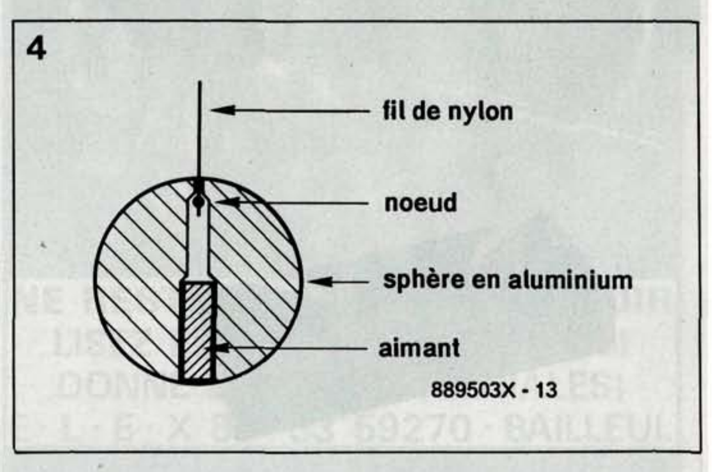


Figure 4. Coupe de la sphère en aluminium du pendule. Cette sphère est fournie percée, avec l'aimant et le fil de nylon qu'il suffit d'assembler.

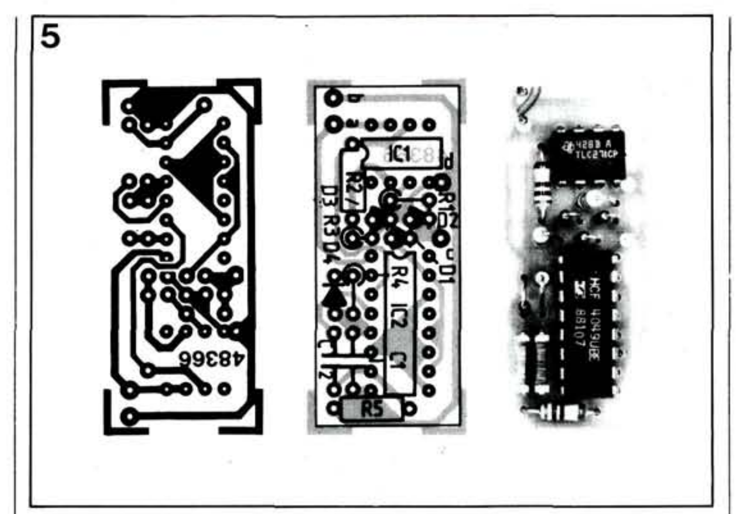


Figure 5. Dessin des pistes du circuit imprimé et plan d'implantation des composants. Le circuit imprimé est fourni dans le kit, mais le plan d'implantation n'y est pas sérigraphié.

Le moment est venu maintenant de percer pour l'anneau deux trous de 5 mm à 5 cm l'un de l'autre, de part et d'autre des deux bobines (voir figure 2). Collez les deux écrous M6 au fond du boîtier, exactement en face des deux trous percés dans le couvercle. Il ne reste plus ensuite qu'à engager dans le couvercle les extrémités coudées de l'anneau, qui dépasseront juste assez pour ne pas toucher le fond du boîtier, mais suffisamment pour tenir dans les deux écrous M6 collés au fond du boîtier pour obtenir une stabilité satisfaisante de l'anneau une fois que le socle sera refermé. Le collage des écrous sera effectué comme le précédent à l'aide d'une colle à deux composants à durcissement rapide. Il faut veiller à ce que l'anneau d'aluminium soit parfaitement parallèle à l'axe du socle.

Pour suspendre la sphère, on suivra les indications de la **figure 4**. Enfilez l'extrémité du fil de nylon dans le trou percé dans la sphère, puis faites plusieurs noeuds superposés et tirez sur le fil pour que les noeuds glissent dans l'ouverture prévue pour l'aimant que vous collerez ensuite dans la sphère. Le pôle Nord de l'aimant doit être tourné vers le centre de la sphère. Si vous vous trompez, ce n'est pas bien grave . . . il suffira d'intervertir les connexions «c» et «d» entre les bobines et la platine. Nous reviendrons sur ce détail. Une fois que la colle sera dure, vous pourrez suspendre la sphère à l'anneau en veillant à ce que l'écart entre la base de la sphère et la surface du socle soit compris entre 4 et 8 mm. Au lieu de nouer le fil de nylon autour du sommet de l'anneau, il est préférable d'y percer un trou d'un millimètre de diamètre pour y passer l'extrémité du fil. Il reste à vérifier la polarité des bobines et celle de l'aimant. Une fois l'apareil entièrement monté et après avois dûment vérifié toutes les soudures et les connexions par fil de câblage, donnez un peu d'élan à la sphère, puis observez son balancement: s'il décroit au bout de quelques secondes et que la sphère finit par s'arrêter, intervertissez les connexions des bobines en les câblant comme indiqué sur la **figure 3b**, puis refaites un essai. Cette fois la sphère doit se balancer en un mouvement (apparemment) perpétuel.

Nous voudrions, pour finir, attirer votre attention sur le fait que la surface de l'aluminium s'oxyde si vous ne la protégez pas; c'est pourquoi il est recommandé de la vernir après l'avoir polie avec de la paille de fer très fine ou de la toile émeri à grain fin (200 à 400).

La description de ce kit, notamment de son principe de fonctionnement électronique, fait appel à des notions déjà bien difficiles à assimiler pour un débutant, nous en sommes bien conscients. Il est impossible de tout apprendre tout de suite. Sachant qu'un tiroir ne peut être à la fois ouvert et fermé, il faut donc accepter, quelle que soit l'intensité de la curiosité naturelle d'une lecteur d'ELEX, que certains tiroirs restent fermés pour l'instant. Au fil des prochains numéros de ce magazine, nous aurons bien des occasions de revenir sur des notions fondamentales comme par exemple celle du "réseau différentiateur que forment C2 et R5" afin de les expliquer en détail. En attendant, un débutant peut s'attaquer à des réalisations au-dessus de son niveau, à condition d'y mettre le plus grand soin possible et de demander éventuellement l'aide d'un parent ou d'un ami.

Pendule à mouvement perpétuel

Nomenclature

Résistances:
R3 = 1 kΩ
R1 = 10 kΩ
R2,R4,R5 = 1 MΩ

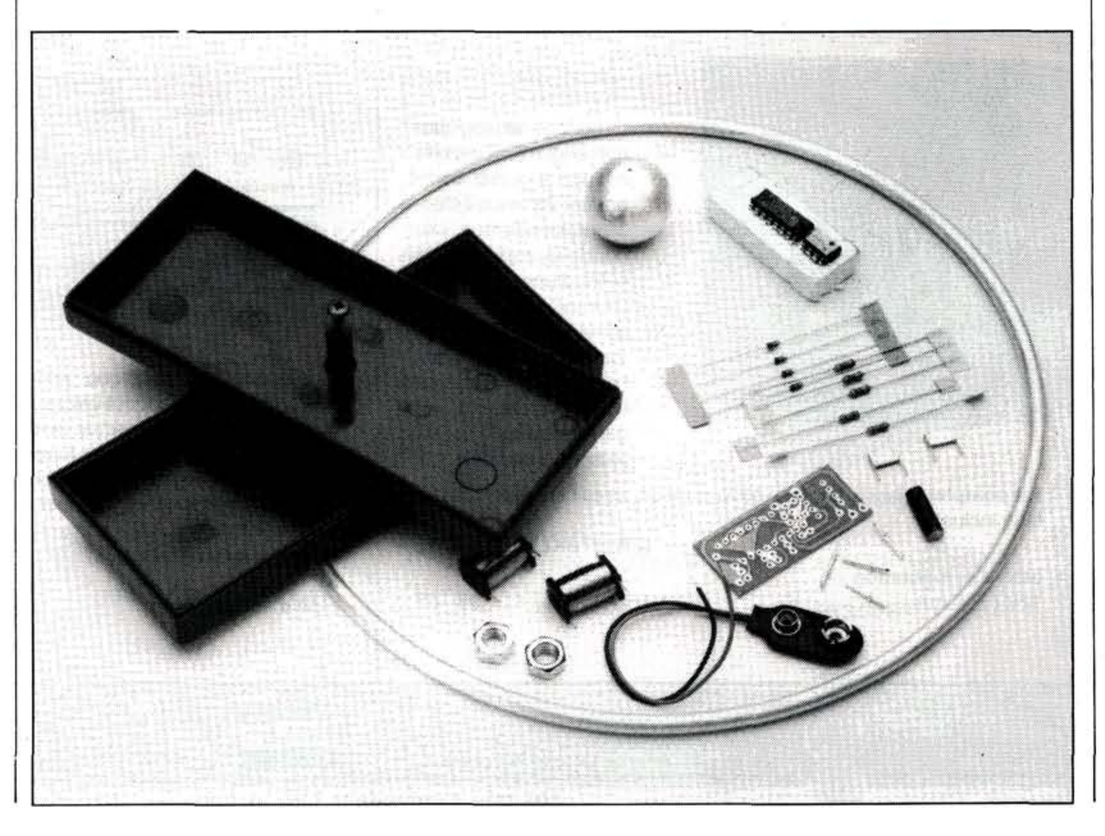
Condensateurs:
C1 = 10 nF
C2 = 22 nF

Semi-conducteurs:
IC2 = CD 4049
IC1 = TLC 271
D1 à D4 = 1N4148

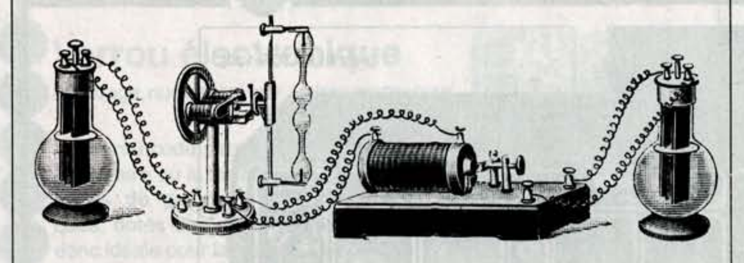
Divers:
L1,L2 = 500 mH

1 connecteur pour batterie de 9 V
4 picots à souder

Mécanique:
fil nylon 20 cm
sphère en alu ∅ 25 mm
anneau en alu ∅ 20 cm
1 aimant
2 écrous M6



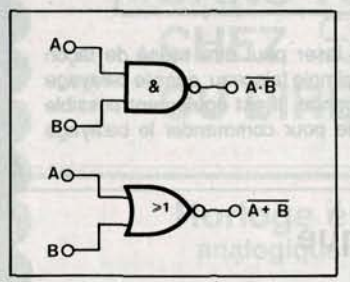
élixir



La nécessité d'une rubrique comme celle-ci s'est fait sentir dès le deuxième numéro d'ELEX. Le propre d'un magazine d'initiation est d'évoluer, incitant ses lecteurs à faire des progrès.
Mais qu'en est-il des lecteurs qui prennent le train en marche? Ceux-là doivent pouvoir disposer d'un condensé de qui est déjà familier aux lecteurs fidèles. C'est pourquoi nous vous offrons l'élixir magique qui vous permet d'ingurgiter en l'espace de quelques minutes ce qu'il faut des semaines, des mois, voire des années pour assimiler.

Symboles

Dans les schémas, nous utilisons des symboles dont certains, notamment ceux que nous utilisons pour les opérateurs logiques, ne sont pas conformes aux normes les plus récentes. Ce choix est délibéré et justifié. Néanmoins nous ne ferons pas ici l'exposé détaillé des raisons de ce choix.



Dans la rubrique composants de ce numéro vous trouverez facilement à quoi correspond chaque symbole, et très vite vous les connaîtrez tous par coeur.

Valeurs

Nous n'utilisons pas de virgule lorsque nous indiquons la valeur de résistance ou de capacité, mais le symbole lui-même (pour 5,6 Ω nous écrirons 5Ω6), ceci afin d'éviter tout risque de confusion entre un point ou une virgule et . . . une «chiure de mouche» (5Ω6 ne pourra jamais être confondu avec 56 Ω, ce qui n'est pas garanti si l'on écrit 5,6 Ω).
Les lettres utilisées sont les suivantes :

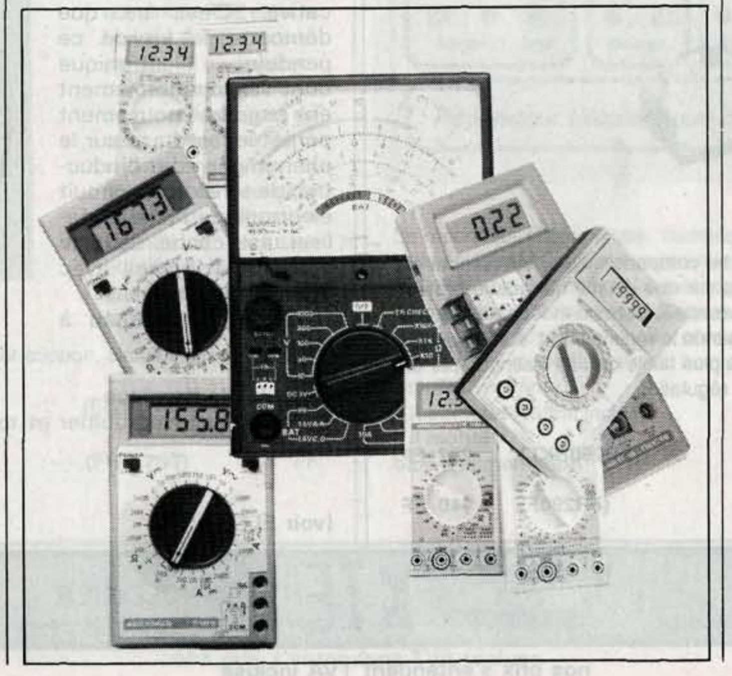
p (pico) = 10^{-12}
n (nano) = 10^{-9}
μ (micro) = 10^{-6}
m (milli) = 10^{-3}
k (kilo) = 10^{3}
M (méga) = 10^{6}
G (giga) = 10^{9}

Note : Le **k** majuscule est réservé aux KILO-OCTETS de l'informatique. Dans ce cas, la lettre K désigne non pas 1000 unités, mais 1024!

Voici quelques exemples de la manière dont les valeurs sont codées dans ELEX :
3k9 pour 3,9 kΩ = 3900 Ω
0Ω33 pour 0,33 Ω
4p7 pour 4,7 pF
5n6 pour 5,6 nF
4μ7 pour 4,7 μF

Mesure

Dans certains schémas apparaissent des relevés de mesure. Ce sont des valeurs indiquées à titre indicatif. Les valeurs mesurées peuvent en dévier de ±10% sans que cela indique forcément un défaut. Toutes les mesures sont effectuées avec un multimètre ordinaire dont la résistance interne est de 20 kΩ/V.



Réalisations

Les schémas de réalisations électroniques publiés dans ELEX sont petits, simples et relativement faciles à comprendre. Il sont montés sur des platines expérimentales conçues spécialement pour permettre une mise en oeuvre universelle, mais aussi pour éviter de recourir aux films, aux supports transparents, aux platines présensibilisées et aux produits chimiques.
Si le lecteur possède quelques platines en stock au moment où il achète le magazine, il peut se lancer aussitôt dans les expérimentations pratiques. Pour supprimer tout risque d'erreur, chaque réalisation fait l'objet au laboratoire d'ELEX d'une étude d'implantation des composants. De là naît un plan d'implantation des composants qui est publié dans le magazine. Ces plans sont vus de dessus : ils montrent par conséquent la platine côté composants (et la face comportant les pistes de cuivre étamées apparaît par "transparence")
Pour certains montages, il suffit d'une chute de platine d'expérimentation. La découpe sera effectuée de préférence à l'aide d'une scie à métaux fine et bien affûtée.

Composants

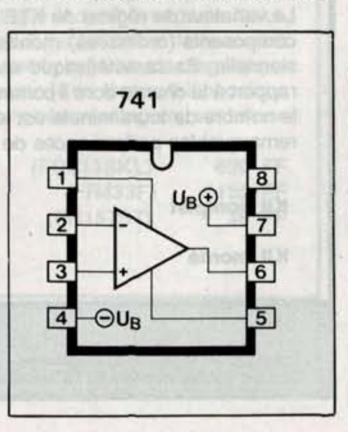
Les réalisations publiées par ELEX ne font appel qu'à des composants courants, disponibles en principe chez tous les revendeurs de composants sérieux. Il est préférable d'éviter d'utiliser des composants de récupération avant d'avoir pu scrupuleusement en vérifier le bon état.
La puissance des résistances utilisées est, sauf mention spéciale, de 1/4 W.



La tenue en tension des condensateurs à film doit être supérieure de 20 % au moins à la tension de service du circuit. Pour les condensateurs électro-chimiques, l schéma comporte une indication chiffrée de la tenue en tension (minimale); par exemple 47 μF/**16 V**

Lorsqu'un composant n'est pas disponible sous la référence indiquée, il arrive que l'on puisse utiliser un équivalent. Un même circuit intégré est souvent disponible sous plusieurs références différentes, variant selon le fabricant. Dans les schémas nous n'indiquons que la partie de la référence du composant qui est déterminante, et nous omettons les suffixes et les préfixes.

Par exemple 741 est l'indication fournie pour les circuits intégrés μA741, LM741, MC741, RM741, SN72741, etc.
Pour les circuits intégrés, l'usage de supports de très bonne qualité est souhaitable.



Souder

Voici résumée en quelques lignes la technique du soudage, décrite notamment dans le premier numéro d'ELEX.

Fer et soudure

■ La puissance idéale pour une fer à souder se situe entre 15 et 30 W. La pointe dont l'épaisseur ne dépassera pas 2 mm est recouverte d'une couche de protection qu'il ne faut ni limer, ni gratter. Nettoyez-la à chaud sur une éponge (naturelle) mouillée et évitez tout contact avec des matières plastiques.
■ N'utilisez que de la soudure à l'étain (60%) et au plomb (40%) de bonne qualité. L'âme de la soudure contient une substance décapante et anti-oxydante. On recommande l'usage, pour la plupart des applications, de fil de soudure d'une section d'1 mm.
■ N'utilisez aucun adjuvant (pâte, liquide, etc)
■ Avant de souder un composant, il faut impérativement l'immobiliser afin d'éviter qu'il ne bouge pendant que la soudure refroidit.
■ Il faut toujours chauffer ensemble les deux parties à souder (la piste de cuivre et la patte du composant) pour les porter simultanément à une température telle que l'étain fonde lorsqu'il entre en contact avec elles.
■ Appliquez l'étain sur les parties à souder (et non sur le fer à souder)
■ Retirez le fer à souder une ou deux secondes après avoir appliqué l'étain en évitant tout mouvement au point de soudure, à défaut de quoi l'étain se fissure en refroidissant.
■ N'échauffez excessivement ni les composants ni les pistes de cuivre. Faites attention notamment aux LED qui sont fragiles à cet égard !
■ On reconnaît une soudure réussi à ses flancs concaves alors qu'une soudure ratée ressemble à une boule.

Finitions

■ L'excédent de longueur des pattes de composants soudés sera coupé à ras de la soudure à l'aide d'une pince coupante spéciale. Certains électroniciens préfèrent couper les pattes des composants avant de les souder.
■ Pour ménager la panne du fer à souder, il est préférable de la nettoyer fréquemment et de couper le fer lorsqu'il ne sert pas pendant plus d'un quart d'heure.
■ Pour supprimer la soudure, on utilisera la tresse à dessouder.
■ Faites des essais sur des composants sans valeur ou des chutes de fil avant de vous lancer pour de bon dans des «vraies» réalisations.

Dépannage

Qu'il aime cela ou pas, l'électronicien passe beaucoup de temps à rechercher des erreurs, des défauts, voire des pannes.
Qu'un montage ne marche pas du premier coup, ce ni une honte, ni un scandale. La plupart des défauts sont faciles à déceler; voici quelques conseils pour procéder le plus efficacement possible. Il faut partir du principe que ce sont les erreurs que l'on a commises soi-même que l'on repèrera le plus difficilement. Il est *donc très intéressant* de faire appel à une autre personne pour examiner le montage.

■ Vérifiez toujours très soigneusement les composants, leur valeur, leur emplacement, leur polarité. Cochez-les au fur et à mesure dans la liste des composants
■ Vérifiez les soudures à la loupe pour détecter soit un court-circuit, soit une micro-coupure.



Dans certains cas, il est recommandé de mettre le schéma de côté et de le redessiner en partant du circuit que l'on a monté. Cette méthode d'investigation permet de mettre en évidence des divergences assez subtiles pour passer inaperçues lors d'un examen superficiel.

Vérifiez la tension d'alimentation, et les relevés de mesure donnés le cas échéant dans le schéma. Une pile dont la tension à vide est de 9 V ne fournira peut-être plus que 7 V une fois qu'elle sera chargée par le circuit qu'elle est sensée alimenter.



Sécurité

Voici un ensemble de règles à respecter lors de la réalisation de montages électroniques alimentés par la tension du réseau 220 V.

1 - A la construction

Les liaisons qui véhiculent la tension secteur doivent être isolées de telle manière qu'il soit impossible d'entrer en contact avec elles, même avec un tournevis par exemple.

Toutes les pièces métalliques accessibles de l'extérieur doivent être mises à la terre (si elles ne sont pas isolées à l'intérieur du coffret de l'appareil). Un interrupteur marche/arrêt à levier métallique doit également être mis à la terre même s'il est monté sur un coffret en plastique. Utilisez donc de préférence des interrupteurs marche/arrêt entièrement en matière plastique.

Si l'appareil n'est pas muni d'un cordon d'alimentation avec une fiche spéciale pour embase "CEE" ou "euro", le cordon d'alimentation doit nécessairement traverser la paroi métallique du coffret de l'appareil en passant par un passe-fil à la fois anti-traction et isolant.

Les 3 fils du cordon d'alimentation doivent être fixés solidement dans le coffret pour en éviter l'arrachement par traction. Il est exclu de se contenter de les souder au transformateur sans autre fixation mécanique. De façon générale, la soudure ne doit jamais servir de fixation mécanique.

La ligne de mise à la terre (de couleur vert-jaune) doit être plus longue que les deux autres lignes (la phase et le neutre), de sorte qu'en cas d'arrachement elle soit la dernière à lâcher.

Entre deux composants non-isolés reliés à des tensions dangereuses et tout autre conducteur non-isolé, il doit y avoir un espace de 3 mm au minimum.

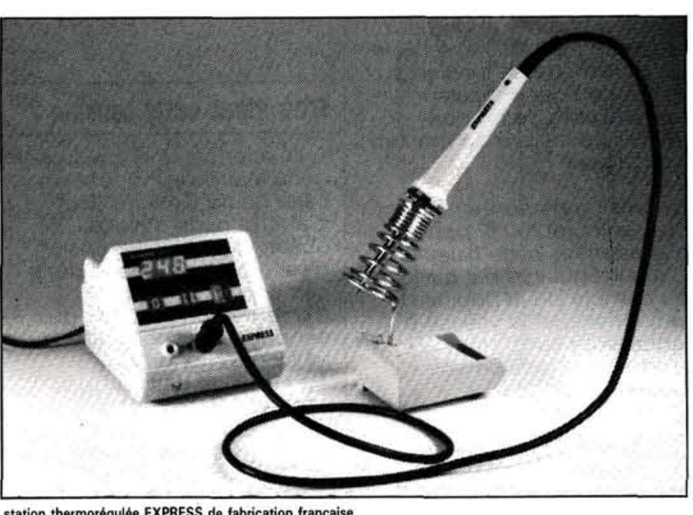
2 - Lors des essais

Tous les travaux (soudures, modifications, montage, etc) effectués à l'intérieur du coffret d'un appareil alimenté par le secteur ne doivent être entrepris qu'après que la prise secteur a été débranchée. Il ne suffit pas de mettre le montage hors-tension à l'aide de son interrupteur marche/arrêt.

Avant de procéder à la mise sous tension de l'appareil, vérifiez la parfaite immobilisation de toutes les pièces qui véhiculent les tensions dangereuses. Utilisez un ohmmètre ou un testeur de continuité pour rechercher selon le cas, l'absence de conduction et/ou la présence *de courts-circuits involontaire(s).*

Lors d'essais à effectuer sur des composants susceptibles de véhiculer une tension dangereuse, commencez par connecter les pointes de touche isolées de l'instrument de mesure aux points concernés **avant d'enficher** le cordon d'alimentation dans la prise. Ne retirez les pointes de touche qu'après avoir **entièrement** débranché l'appareil!

Lors de mesures effectuées dans la partie du montage véhiculant la tension secondaire d'un montage, il faut impérativement isoler toutes les parties qui se trouvent en liaison avec les tensions dangereuses, afin d'éviter tout contact accidentel avec l'une d'entre elles.



station thermorégulée EXPRESS de fabrication française
EXPRESS
1 Boulevard de Ménilmontant
75 011 PARIS
tél: 1/43 79 02 10

étincelles de rupture

Des étincelles sur une sonnette

Honnêtement, si quelqu'un vous raconte qu'il est capable, avec une simple sonnette domestique, d'obtenir une tension de 200 V, vous le croyez ?

Et bien, je vais sans grande démonstration, vous expliquer comment faire!

Il vous faut :
1 sonnette normale
1 pile plate de 4,5 V
1 diode au silicium 1N4007
1 condensateur 220 nF/400 V

Pour tester : un multimètre ou une petite ampoule à incandescence.

La diode et le condensateur sont spéciaux en raison de leur tenue en tension, mais sont toutefois d'un type que l'on trouve dans tout magasin d'électronique. Le schéma apparaît sur la figure 1. La sonnette est connectée à la pile comme on le ferait pour n'importe quel circuit, ce qui entraîne une réaction sonore nettement perceptible. Diode et condensateur, montés en série, sont connectés en parallèle sur la bobine.

Tout d'abord, la diode est polarisée de telle sorte qu'elle s'oppose au passage du courant de la pile, ce qui est le cas lorsqu'elle est orientée comme en figure 1. Mesurons à présent, à l'aide du multimètre, la tension aux bornes du condensateur, en prenant soin de ne pas choisir un calibre de mesure trop faible.

La tension mesurée n'atteint pas toujours 200 V, parfois elle dépasse cette valeur. Cette irrégularité est à mettre au compte de la bobine de la sonnette, et la vitesse à laquelle se succèdent les mises sous tension aux bornes de la pile.

A la place du multimètre vous pouvez aussi utiliser une ampoule témoin au néon. Une ampoule de ce type (décharge électrique dans un gaz) nécessite au moins 80 V pour s'allumer.

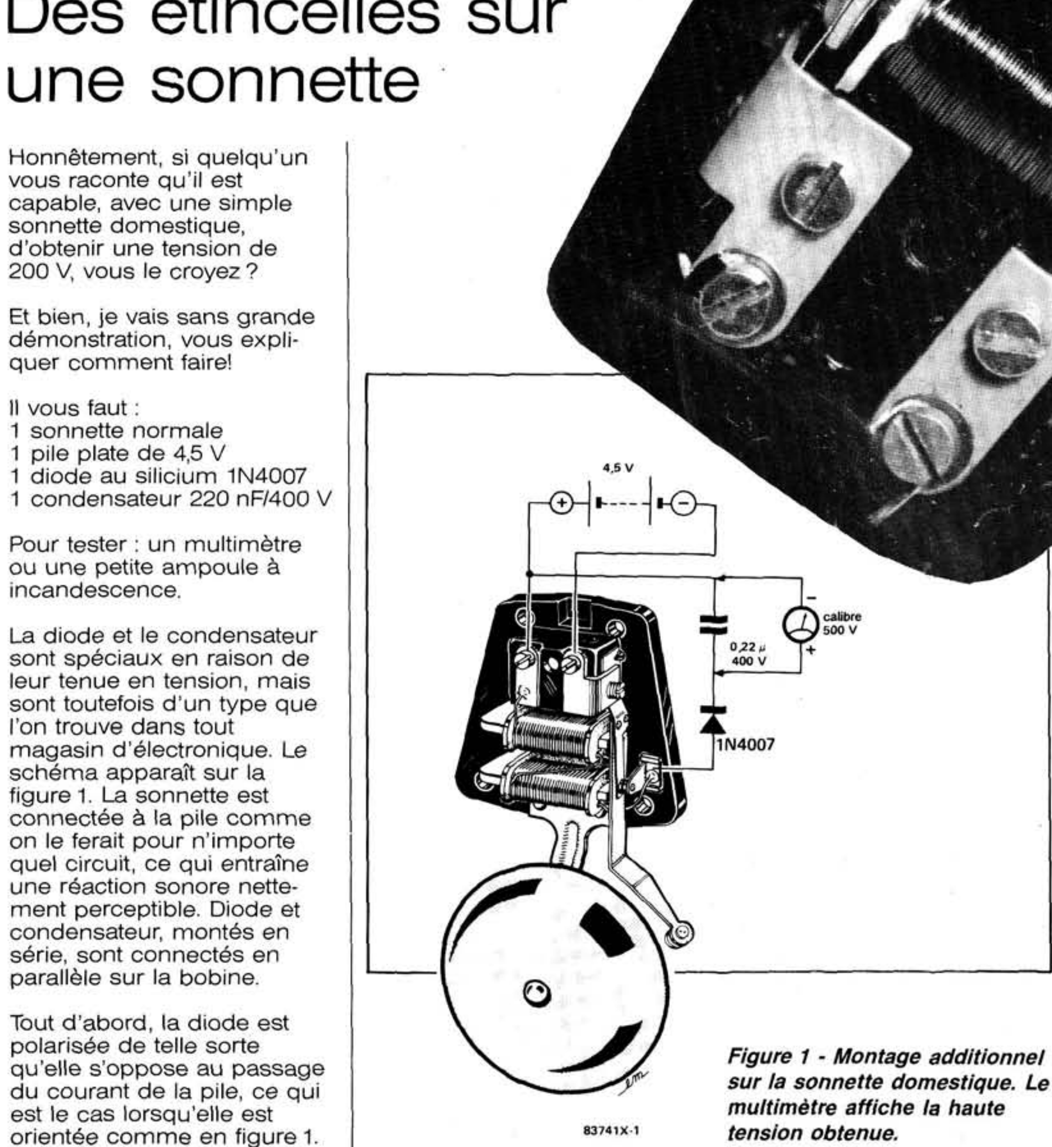


Figure 1 - Montage additionnel sur la sonnette domestique. Le multimètre affiche la haute tension obtenue.

D'où vient cette tension ?

A l'évidence, une question nous interpelle : d'où vient cette haute tension? Tout d'abord, nous devons observer que cette tension n'est pas dangereuse dans ces conditions. Il suffit d'effleurer les broches du condensateur pour que la tension s'effondre.
Au repos, le battant de la sonnette établit le contact entre la pile et la bobine. Un courant traverse la bobine et un champ magnétique s'élabore dans le noyau métallique. Une fois qu'il a atteint une intensité suffisante, ce champ attire le battant de la sonnette.

Là où passe un courant, passe aussi de l'énergie (à l'exception des supraconducteurs). Dans notre cas, l'énergie "s'écoule" de la pile vers la bobine, puis en tant qu'énergie magnétique, vers le noyau. En attirant le battant de la sonnette, une partie de l'énergie est consommée (plus exactement transformée en énergie sonore). Le reste se trouve toujours à l'intérieur du noyau, après ouverture du contact.

Ni la bobine ni le noyau ne peuvent la conserver. Elle ne peut pas non plus se transformer en courant, car le contact est à présent ouvert ! Alors ?

Que va devenir cette énergie?

Pour forcer le passage du courant, la tension aux bornes de la bobine va s'élever jusqu'à ce qu'une étincelle jaillisse entre les contacts.

Cette étincelle n'est autre que la matérialisation du passage du courant dans l'air, et elle consomme l'énergie accumulée. La tension de coupure qui entraîne ce mini-éclair, présente, ce qui est remarquable, une polarité opposée à celle de la pile. Les professionnels formulent ceci de façon un peut plus pragmatique : l'effondrement du champ magnétique induit une pointe de tension ou sur-tension.

L'énergie sera ainsi dilapidée sous forme d'étincelle, provoquant, ce qui est moins drôle, des parasites sur les ondes radio.
Avec le petit montage décrit ci dessus, l'énergie sera stockée dans le condensateur. La diode empêche simplement qu'un courant issu de la pile ne circule vers le condensateur. L'énergie qui quitte la bobine sous forme d'une **forte pointe** de tension, il n'est donc pas étonnant que la tension à laquelle est chargé le condensateur soit relativement élevée elle aussi.
Mais comme les quantités d'énergie sont très faibles, on pourra difficilement en tirer une quelconque utilisation.

Ne démontez pas totalement le circuit après avoir terminé votre expérience. Laissez la diode connectée sur la sonnette comme indiqué en **figure 2**. La diode s'oppose au courant de la pile, mais elle sera conductrice pour la pointe de tension polarisée en inverse par rapport à la tension de la pile. Dans ce cas, la bobine et la diode constituent un circuit fermé. L'énergie du champ magnétique engendre une boucle de courant. Cependant, au lieu de produire une étincelle, l'énergie est dissipée en chaleur dans le fil de la bobine qui lui oppose aussi une (faible) résistance. En bref, les pointes de tension sont court-circuitées. La sonnette est anti-parasitée et la longévité des contacts est augmentée. Naturellement, tout ceci ne fonctionne que si la sonnette est alimentée en courant continue, alors que la plupart des sonnettes domestiques fonctionnent avec du courant alternatif. Dans ce cas il est possible de se tirer d'affaire en utilisant un pont redresseur connecté entre le transformateur et la sonnette.

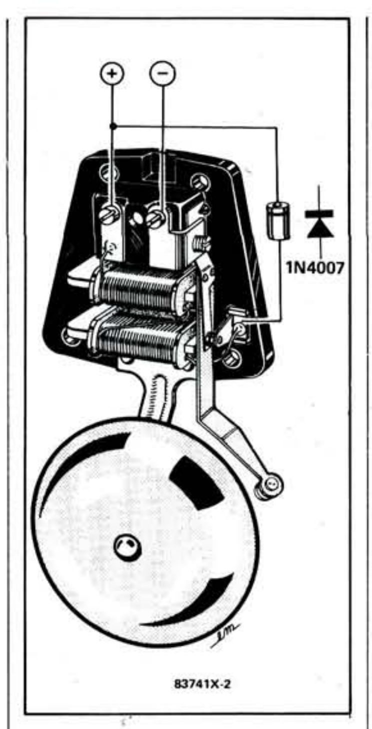


Figure 2 - La diode anti-parasite la sonnette. Elle court-circuite la tension de coupure, si bien qu'il n'y a plus d'étincelle.

Diodes de protection

En électronique, on trouve souvent une diode en parallèle sur les bobines. Ce sont des diodes de protection ou diodes d'étouffement. Elles sont absolument nécessaires chaque fois que l'on commande un relais (Re) (qui est n'est rien de plus qu'une bobine qui commande un contact) à l'aide d'un transistor (T) comme le montre la **figure 3**, car la sur-tension produite par la coupure du courant de la bobine, détruira à coup sûr un transistor courant. Ne perdez pas de vue le fait que la polarité de la tension induite est inversée par rapport à celle de la tension d'alimentation.

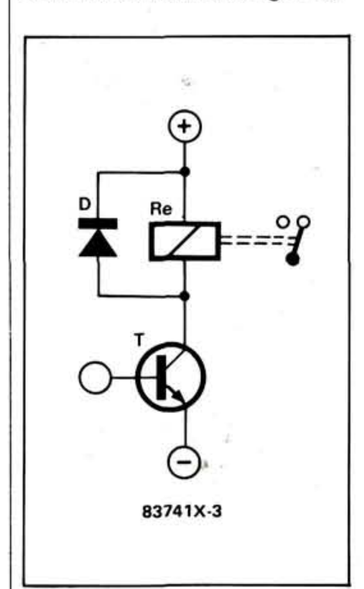


Figure 3 - Le transistor de commande T doit être protégé de la haute tension qui apparaît aux bornes de la bobine du relais. pour ce faire, une diode de protection doit être montée en parallèle sur la bobine.

Produire une haute tension

Revenons une fois encore sur le principe de base. Une bobine produit une haute tension dite de coupure dès que l'on interrompt le courant qui y circule. Il se conçoit aisément que cet effet puisse être utilisé chaque fois qu'une haute tension est nécessaire. L'exemple le plus courant : l'allumage automobile (**figure 4**). Le rupteur est commandé par un petit arbre à cames qui se trouve en dessous du distributeur. Dès que l'un des cylindres est prêt pour l'allumage (compression), le contact s'ouvre, et une tension de coupure naît aux bornes de la bobine. Cependant, la bobine seule ne peut pas produire la tension de plus de 10000 V nécessaire pour la bougie. C'est pourquoi les fabricants d'accessoires automobiles, réalisent sous la bobine, un deuxième enroulement qui comporte un nombre de spires beaucoup plus important.

Selon le principe, que plus le nombre de spires d'une bobine est grand, plus la tension est élevée, ces deux enroulements haute tension élèvent la tension de coupure à la valeur nécessaire. La bobine d'allumage est aussi appellée transformateur. La haute tension d'allumage disponible aux bornes de la bobine est transmise à la bougie correspondante par l'intermédiaire du distributeur. Un condensateur en parallèle sur le rupteur empêche l'étincelle de se produire au niveau du contact au lieu de la bougie.

De nombreux autres générateurs de haute tension fonctionnent selon le même principe que l'allumage automobile: les clôtures électriques, les starters de tubes fluorescents ou la T.H.T (très haute tension) dans les postes de télévision par exemple.

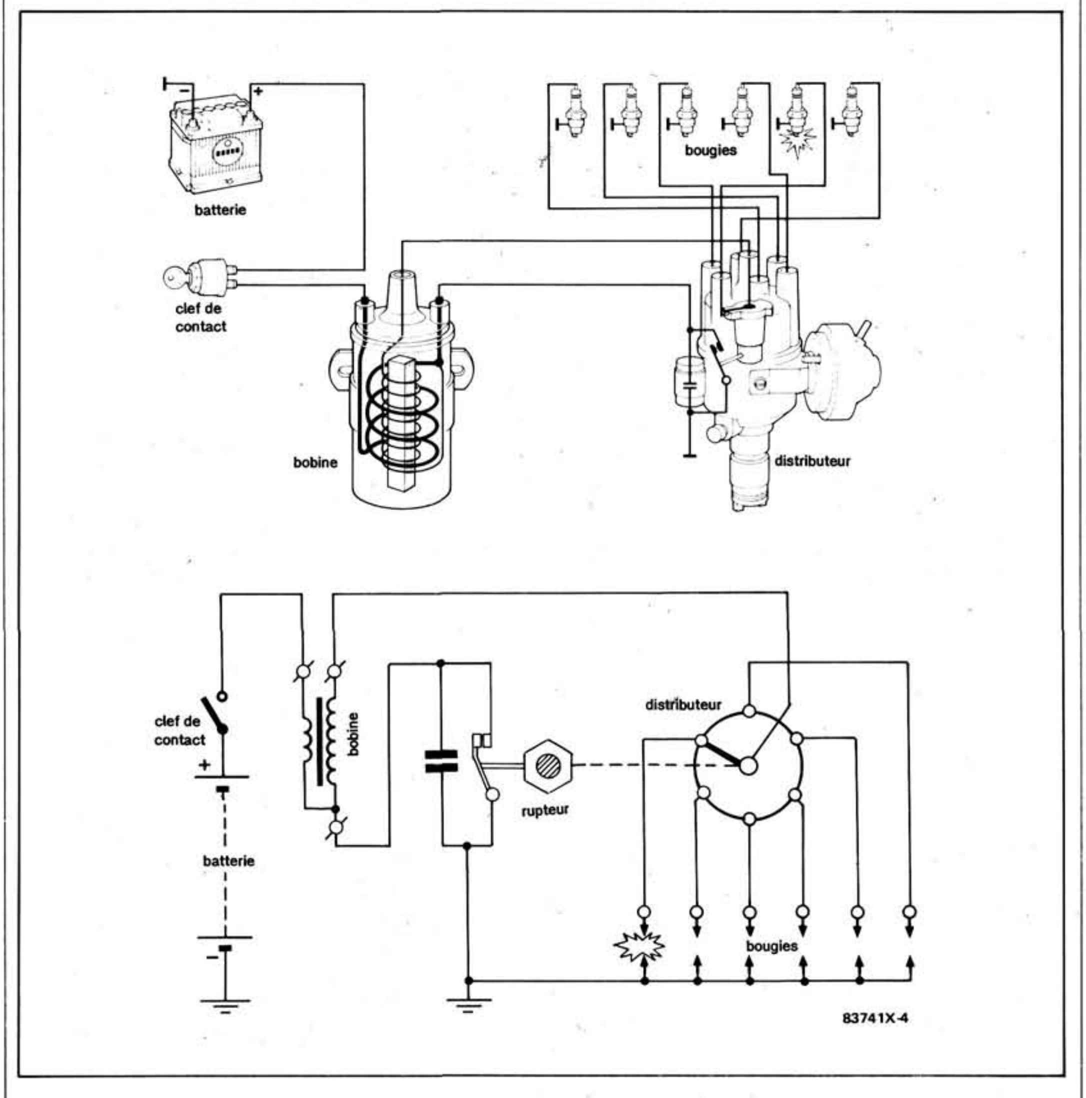


Figure 4 - Un allumage automobile conventionnel. A la suite de l'ouverture du rupteur, la bobine produit une haute tension qui par l'intermédiaire du distributeur va être dirigée vers la bonne bougie.

MINI AMPLIFICATEUR

Lorsqu'on parle d'un amplificateur, sans plus de précision, on pense tout naturellement à un amplificateur de puissance basse fréquence (BF), qu'on appelle également étage de sortie. C'est lui qui fournit aux haut-parleurs la puissance nécessaire pour reproduire les signaux audio. Toute chaîne audio comporte en principe une source de signaux (tuner, enregistreur de cassettes, tourne-disque), un préamplificateur avec réglage de volume et de tonalité et un amplificateur de puissance. Le plus souvent, ces deux derniers maillons n'en forment qu'un seul : c'est «l'ampli» de votre chaîne Hi-Fi.

Le préamplificateur amplifie jusqu'à un certain niveau la tension de très faible amplitude fournie par la source de signaux. Ce niveau est trop faible cependant pour produire un son audible. C'est l'amplificateur de sortie qui fournit la puissance définitive.
Le montage que nous vous proposons ici est un étage de sortie capable de fournir aux haut-parleurs une puissance pouvant atteindre une valeur de 10 watts. Il ne s'agit donc pas d'un "mini" au sens classique du terme, même si la brièveté de la liste des composants (12 composants) et la petite taille de ce montage suggèrent l'inverse. D'ailleurs vous verrez que les performances de cet appareil n'ont rien à envier à certains "maxi"...

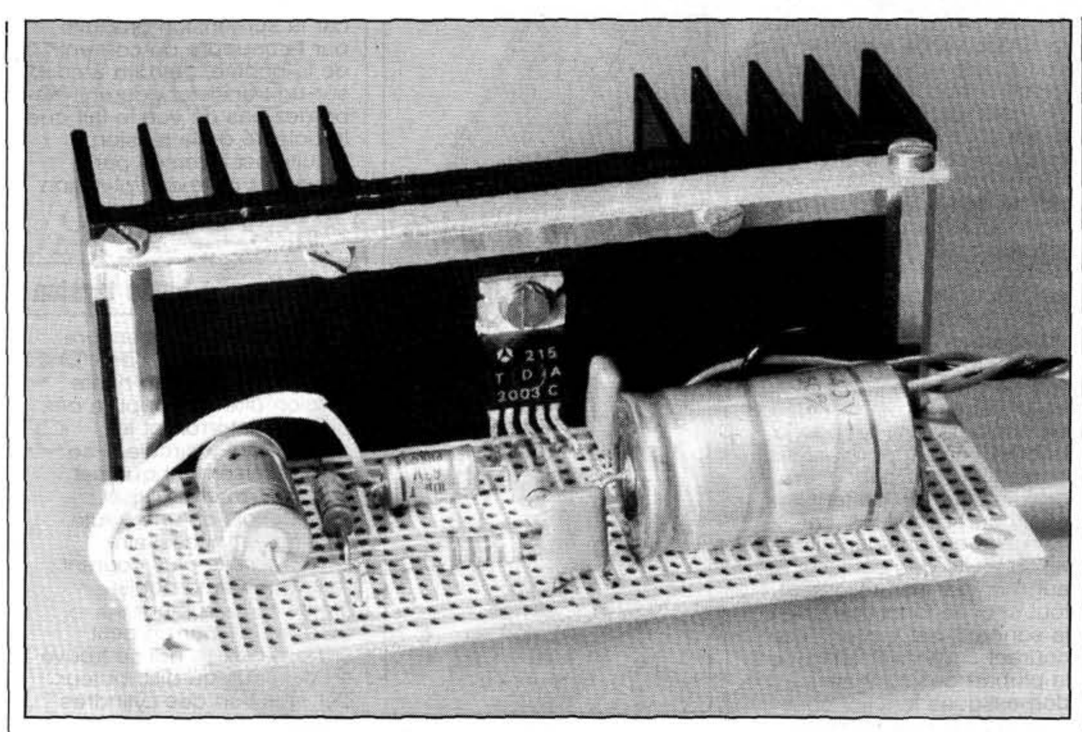


Figure 1 - Sur la photo de l'amplificateur on peut voir comment fixer le circuit intégré sur le radiateur et comment couder les broches de ce circuit intégré. Le schéma d'implantation des composants précise certains détails de cette opération. Evitez de couder puis de découder ces broches plusieurs fois de suite car elles sont fragiles et risquent de se briser.

LE CIRCUIT

Le circuit est construit autour d'un composant essentiel :le circuit intégré TDA2003 (**figure 2**). C'est un amplificateur BF intégré d'une puissance maximale de 10 W (10 watts). Il suffit de quelques composants complémentaires (résistances ou condensateurs) pour le rendre opérationnel.

Le signal de sortie du préamplificateur parvient à l'entrée de IC1 (broche 1) par le condensateur C1. Il ressort de l'amplificateur intégré par la broche 4. Le rapport des résistances R1/R2 détermine le facteur d'amplification de

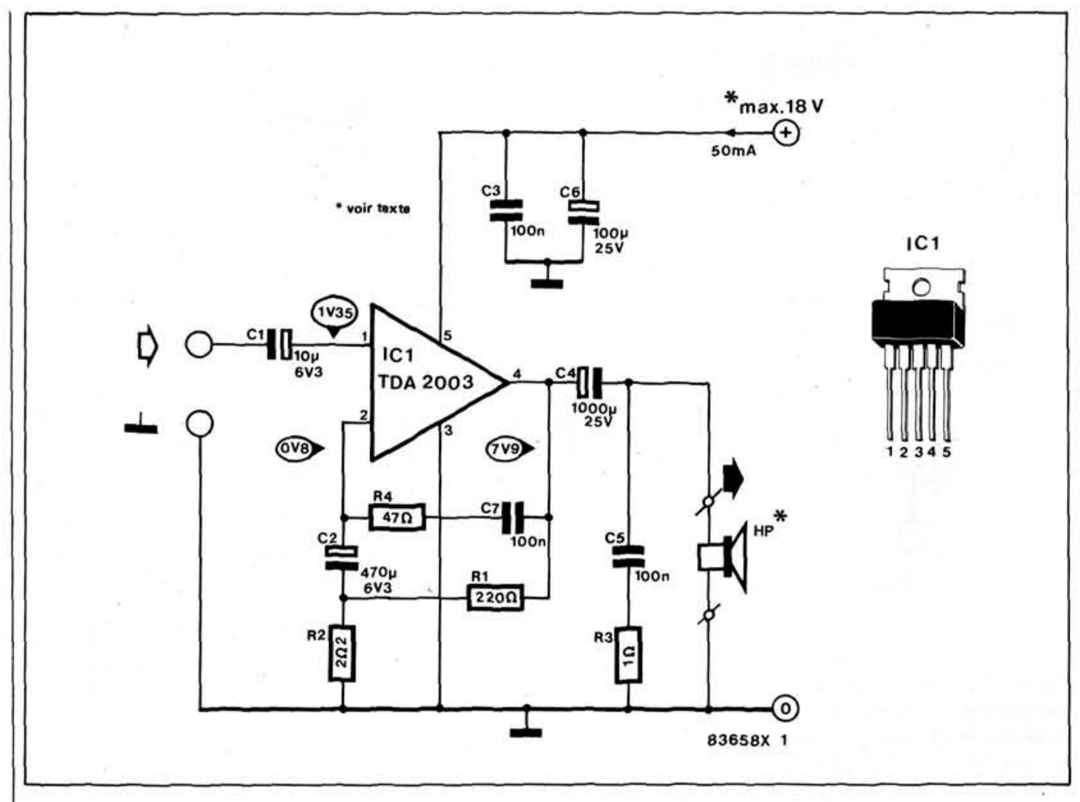


Figure 2 - Voici le schéma complet de l'amplificateur. On peut le qualifier de "mini" car il ne comprend que peu de composants grâce au circuit intégré TDA2003 qui est un amplificateur basse fréquence d'une puissance de sortie de 10 watts.

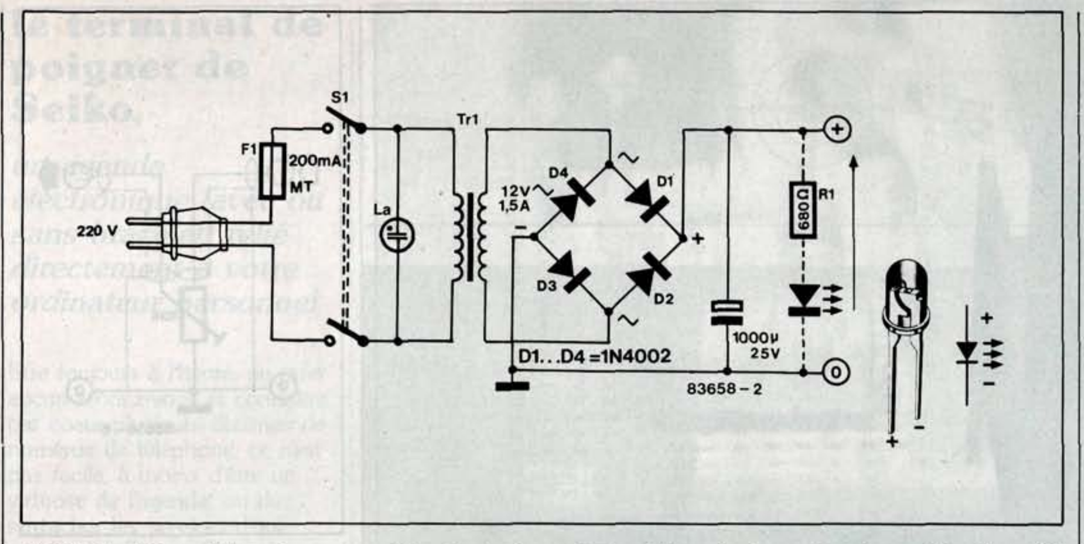


Figure 3 - Alimentation de secteur très simple à construire. Elle est nécessaire si on utilise l'amplificateur d'une façon autonome.

IC1. Les valeurs que nous avons choisies correspondent à un facteur 100 (220 Ω/2,2 Ω).

La largeur de bande de l'amplificateur est d'environ 33 kHz : c'est le réseau R-C R4/C7 qui la détermine. Dans les limites de la bande passante, les pertes de l'amplificateur sont minimes. Notez cependant que le facteur d'amplification des signaux dont la fréquence est supérieure à la fréquence limite de la bande passante est nettement inférieur à 100. C'est d'ailleurs le cas de tous les amplificateurs et cela n'a aucune importance puisque ces fréquences sont trop élevées pour être reproduites par les haut-parleurs et pour être entendues par nos oreilles.
C'est par le condensateur C4 que le signal de sortie va aux haut-parleurs dont l'impédance intervient pour déterminer la puissance de sortie. Si la tension d'alimentation est de 18 V, la puissance de sortie est de 10 W avec des haut-parleurs d'une impédance de 2 Ω. Si celle-ci vaut 4 Ω, la puissance descend à 6 W et elle tombe à 3 W avec une impédance de 8 Ω. Le circuit fonctionne aussi avec une tension d'alimentation plus faible (12 V par exemple), au détriment de la puissance de sortie bien entendu. Avec les impédances citées plus haut, la puissance vaudra respectivement 6 W, 3 W et 1,5 W. Toutes ces puissances sont acceptables pour amplifier le signal de sortie du préamplificateur d'un poste de radio de voiture ou celui d'une radio portative.

Un petit mot d'explication au sujet du réseau R-C : R3/C5 placé en parallèle sur le haut-parleur. Son seul but est de stabiliser le circuit en l'empêchant d'osciller.
Le courant de repos de l'amplificateur est de 50 mA.

La consommation de courant est de 0,5 A (ampères) à pleine puissance (6 W sous 4Ω) lorsqu'un signal sinusoïdal de 1 kHz est appliqué à l'entrée et que la tension d'alimentation est de 18 V. Elle est de 1 A avec une puissance de 10 W (qui correspond à un haut-parleur d'une impédance de 2 Ω).
L'alimentation de cet amplificateur ne pose réellement aucun problème si on l'utilise comme ampli de sortie du poste de radio d'une voiture. Désormais, la tension de bord est de 12 V sur tous les véhicules. L'emploi autonome de cet amplificateur n'est pas concevable sans une alimentation par le secteur (**figure 3**), très simple d'ailleurs.
Sachant que le circuit fonctionne correctement avec une tension non stabilisée, il suffit d'un transformateur (12 V/1,5 A), d'un pont redresseur (4 diodes 1N4002) et d'un condensateur de lissage (1000 µF/25 V) pour l'alimenter. La tension à vide de cette alimentation est de 16 V. La tension appliquée à la broche 5 de IC1 ne doit pas dépasser 18 V, bien que IC1 soit capable de supporter 28 V sans subir de dommage. Au-delà de 18 V cependant, une sécurité interne du circuit intégré limite la tension de sortie (broche 4) à environ 0,5 V. La puissance de sortie dégringole dès lors à une valeur insignifiante et les haut-parleurs deviennent pratiquement muets.

LA CONSTRUCTION

Le schéma d'implantation des composants (**figure 4**) rend la construction de l'amplificateur très facile. Tout tient sur une platine expérimentale N°1. Prenez l'habitude de suivre toujours la même séquence d'assemblage : pontages, résistances, condensateurs et semi-conducteurs. La photo de la **figure 1** indique clairement comment les cinq broches de IC1 doivent être repliées et comment le circuit intégré lui-même doit être installé sur le radiateur. La surface de radiation de IC1 est en connexion avec la broche 3 qui est raccordée à la masse. Le circuit intégré ne doit donc pas être isolé de son radiateur par une plaquette en mica. La **figure 5** montre la façon de disposer et de fixer les équerres d'assemblage de la platine et du radiateur. Il est particulièrement important de ménager un espace de deux à trois millimètres entre le bord de la platine et le radiateur. Un contact entre ces deux éléments risque de produire un court-circuit !
L'alimentation est installée sur une platine séparée reliée à l'amplificateur par un câble raccordé aux points marqués "+" et "0".

Dès que tous les composants sont soudés et que le radiateur est fixé, le premier essai pourra être effectué. On commence par raccorder la sortie de l'amplificateur à un haut-parleur dont la puissance nominale soit au moins égale à celle de l'amplificateur à pleine puissance. A présent court-circuitez l'entrée de l'amplificateur. Un ampèremètre (multimètre, calibre 100 mA, en courant continu) sera connecté en série avec l'un des deux fils de l'alimentation.

Dès que cette connexion est établie, l'ampèremètre indique la consommation de l'amplificateur. Celle-ci ne doit pas dépasser 50 mA environ, et le haut-parleur ne doit produire aucun son. Si l'une de ces deux conditions n'est pas remplie, il faut débrancher l'alimentation

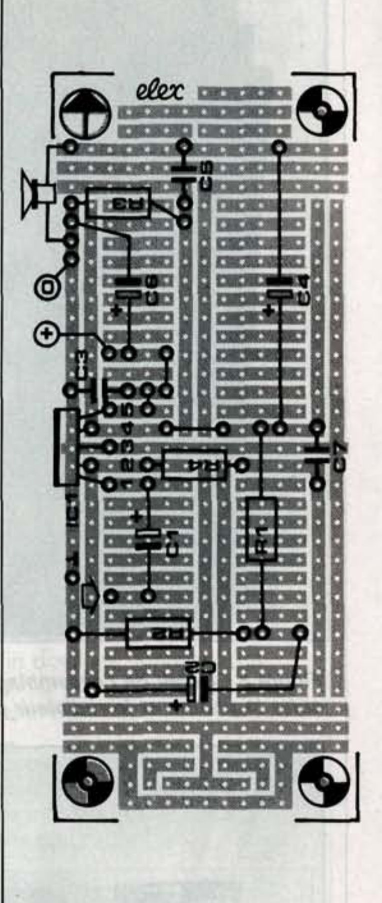


Figure 4 - Schéma d'implantation des composants. Tous les éléments de l'amplificateur sont montés sur une platine expérimentale de format 1. L'alimentation est montée sur une platine distincte.

Liste des composants

R1 = 220 Ω
R2 = 2,2 Ω
R3 = 1 Ω
R4 = 47 Ω
C1 = 10 µF/6,3 V
C2 = 470 µF/6,3 V
C3 = 100 nF
C4 = 1000 µF/25 V
C5 = 100 nF
C6 = 100 µF/25 V
C7 = 100 nF
IC1 = TDA2003
HP = 2 Ω/10 W; 4 Ω/6 W; 8 Ω/3 W (voir texte)

Divers :
1 radiateur SK72
1 platine d'expérimentation de format 1

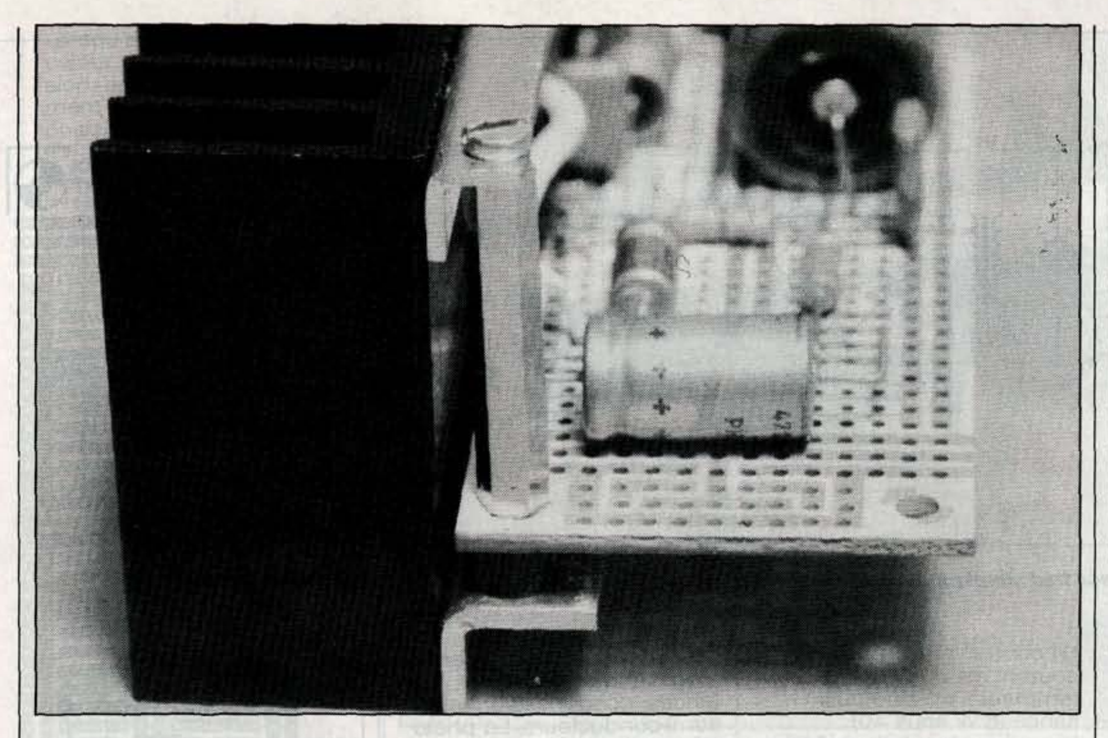


Figure 5 - Détail de l'assemblage du radiateur et de la platine. Il faut respecter l'écart de 2 à 3 mm entre la platine et le radiateur pour éviter les risques de court-circuit.

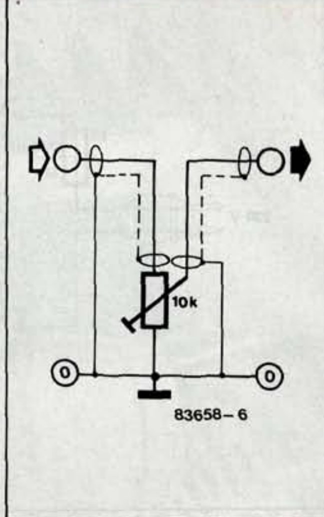


Figure 6 - Voici un petit montage additionnel qui permet d'atténuer le signal de sortie du préamplificateur si son amplitude est trop élevée.

sans tarder et rechercher l'erreur de câblage ou le court-circuit.

Si ce premier essai donne satisfaction, on mesure les tensions qui règnent aux broches 1, 2 et 3 de IC1 et on les compare avec celles qui figurent sur le schéma de la figure 2. Si les tensions relevées sont correctes, l'amplificateur est prêt à l'emploi. On supprime alors le court-circuit de l'entrée qu'on branche sur le préamplificateur. La tension du signal d'entrée influence la puissance du signal de sortie. C'est ainsi qu'avec une tension d'alimentation de 18 V et un haut-parleur d'une impédance de 2 Ω, une tension d'entrée de 45 mV suffit pour produire la puissance de sortie maximale.Si l'impédance du haut-parleur vaut 4 Ω ou 8 Ω, il faut une tension d'entrée de 50 mV pour obtenir le même résultat.

Dans le cas où la tension du signal d'entrée est supérieure aux valeurs que nous venons de citer, on doit la réduire au moyen d'un petit potentiomètre de réglage branché de la manière qui est indiquée sur la **figure 6**.

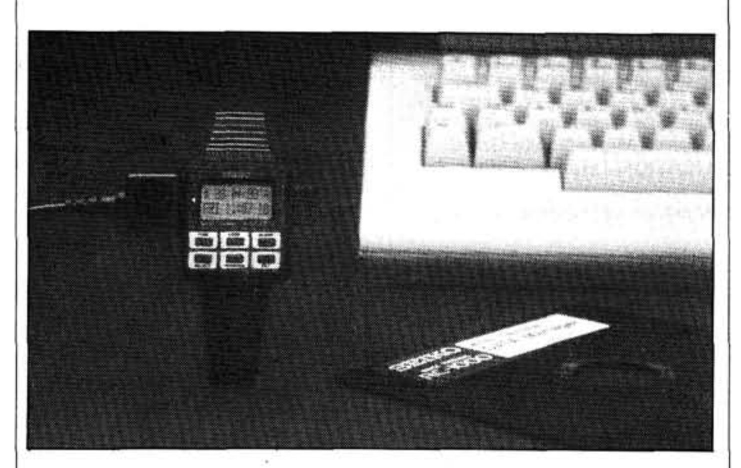
La liaison entre le préamplificateur et l'amplificateur de puissance (directe ou par le potentiomètre d'atténuation) doit être réalisée au moyen de fil blindé. Le blindage sert de liaison de retour pour le signal d'entrée et il supprime le risque de parasites (ronflements) éventuels. Les haut-parleurs d'une impédance de 2 Ω sont introuvables.

Pour obtenir cette impédance, il suffit de brancher 2 haut-parleurs de 4 Ω en parallèle.

le terminal de poignet de Seiko,

un agenda électronique (avec ou sans bracelet) relié directement à votre ordinateur personnel





Etre toujours à l'heure, ne rater aucun rendez-vous et connaître par coeur plusieurs dizaines de numéros de téléphone, ce n'est pas facile, à moins d'être un virtuose de l'agenda, ou de s'attacher les services d'une secrétaire efficace. Seiko, le célébrissime fabricant de montres japonais semble avoir trouvé une autre solution, le terminal de poignet.

L'idée d'utiliser une montre-bracelet comme agenda n'est pas révolutionnaire en soi, puisque dès leur apparition, les montres «à quartz» comme on dit, intégraient des fonctions inconnues et inespérées sur leurs homologues mécaniques, grâce notamment aux afficheurs à cristaux liquides (LCD, *Liquid Cristal Display*) qui permettent d'afficher des caractères alphanumériques (c'est-à-dire des lettres et des chiffres). La série de terminaux de poignet de Seiko (PC-datagraph RC-1000, RC-4000 et RC-4400) associe les fonctions d'une montre à celles d'un agenda (ou mini banque de données). Les modèles RC-1000 et RC-4000 sont des montres-bracelet, la RC-4400 est en fait une sorte de montre à gousset (l'oignon de nos grands-pères) que l'on peut mettre dans la pochette de son veston.

Le cerveau de la montre-terminal est un microprocesseur CMOS à 4 bits; sur les 3 modèles mentionnés ci-dessus, la mémoire de travail en RAM statique est de 2 Koctets et la ROM de 9 Koctets. L'afficheur possède une matrice de caractères de 5x7 points et comporte, selon le modèle de montre, soit deux lignes seulement de 12 caractères (RC-1000), soit deux lignes de 12 caractères au-dessus d'une troisième ligne de 5 caractères pour afficher l'heure (RC-4000 et RC-4400). La capacité de la mémoire de la montre est de 80 blocs de données de 24 caractères chacun. Ces blocs peuvent contenir sous forme de lettres, de chiffres, de dates et d'horaires, toute information jugée importante et utile par l'utilisateur : numéros de téléphone, dates et heures de rendez-vous, heure de réveil, aide-mémoire compact, etc. Les touches de la montre permettent de «feuilleter» l'information de manière à retrouver rapidement celle dont on a besoin. Dès le déclenchement d'une alarme, le texte correspondant apparaît automatiquement sur l'afficheur.

Une interface RS-232

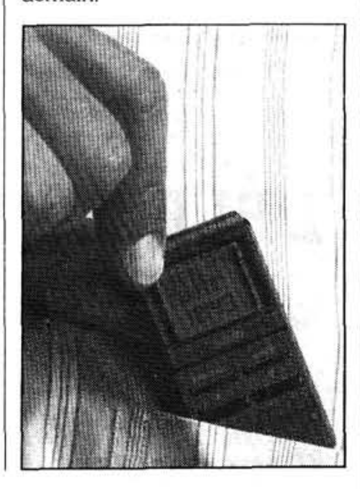
Les terminaux de poignet possèdent une interface de communication sérielle (V24/RS-232C) qui permet de transférer des données à partir d'un ordinateur. Le modèles RC-1000, dépourvu de fonctions de saisie manuelle directe, ne peut donc recevoir les informations que par ce canal, tandis que les deux autres modèles peuvent eux être utilisés indépendamment d'un ordinateur, puisque leur clavier permet la saisie directe de données ou de texte.

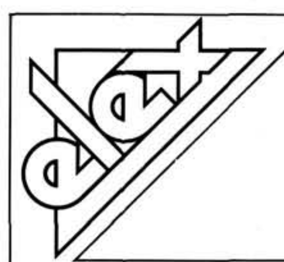
Les fonctions spéciales dont disposent la plupart des montres numériques, telles que chronomètre et compte à rebours, n'existent pas sur les terminaux de poignet de Seiko; cependant, outre l'heure, ils sont capables d'afficher le jour et la date.

Commande par logiciel

Les montres sont livrées avec un ensemble d'accessoires (câble, adaptateur et logiciel sur disquette) conçu pour différents types d'ordinateurs (Apple II, Commodore C64/C128 et IBM-PC & compatibles). Le logiciel est un programme en BASIC qui donne aux blocs de données un format assimilable directement par la montre. Dans le cas de l'IBM-PC, il existe un autre programme, Wristware (textuellement logiciel de poignet) qui allie un confort d'utilisation remarquable à une vitesse d'exécution impressionnante. Ce programme est de plus en mesure d'importer des données en provenance d'autres programmes connus, tels que Sidekick, Lotus-1-2-3, Symphonie et dBase III. Des rendez-vous notés avec le calendrier de Sidekick réapparaissent ainsi automatiquement. Exception faite du RC-1000, il est possible de modifier les informations mémorisées dans la montre en faisant appel à l'éditeur de ligne, ce qui permet par exemple de modifier en un clin d'oeil les données d'un rendez-vous, ou de les supprimer.

Encore exceptionnels aujourd'hui, ces terminaux seront sans doute banals demain.





ELEX Le Seau BP 53 - 59 270 BAILLEUL
tél: 20 48 68 04 télécopie: 20 48 69 64
télex: 132 167 MINITEL: 3615 code ELEX
8h30 à 12h30 et de 13h15 à 16h15
Banque : Crédit Lyonnais - Armentières n° 6631-61840Z
CCP PARIS 190200V
libellé à "ELEX"

1ère année n°4 octobre 1988

ABONNEMENTS : voir encart avant-dernière page

PUBLICITÉ : Brigitte Henneron et Nathalie Defrance
ADMINISTRATION : Jeanine Debuyser et Marie-Noëlle Grare
DIRECTEUR DÉLÉGUÉ DE LA PUBLICATION : Robert Safie

ont participé à la réalisation de ce numéro:
Jean-Paul Brodier · Yvon Doffagne · Denis Meyer · Guy Raedersdorf · NN ·

Société éditrice : Editions Casteilla
SA au capital de 50 000 000 F
siège social : 25, rue Monge 75005 PARIS
RC-PARIS B : 562 115 493 SIRET : 00057 APE : 5112
principal associé: Ste KLUWER
Directeur général et directeur de la publication: Marinus Visser

Dépôt légal : septembre 1988
N° ISSN : en cours N° : CPPAP : 70184

Maquette, composition et photogravure par GBS - BEEK (NL)
imprimé aux Pays-Bas par NDB - Leiden

ELEXPÉRIENCE

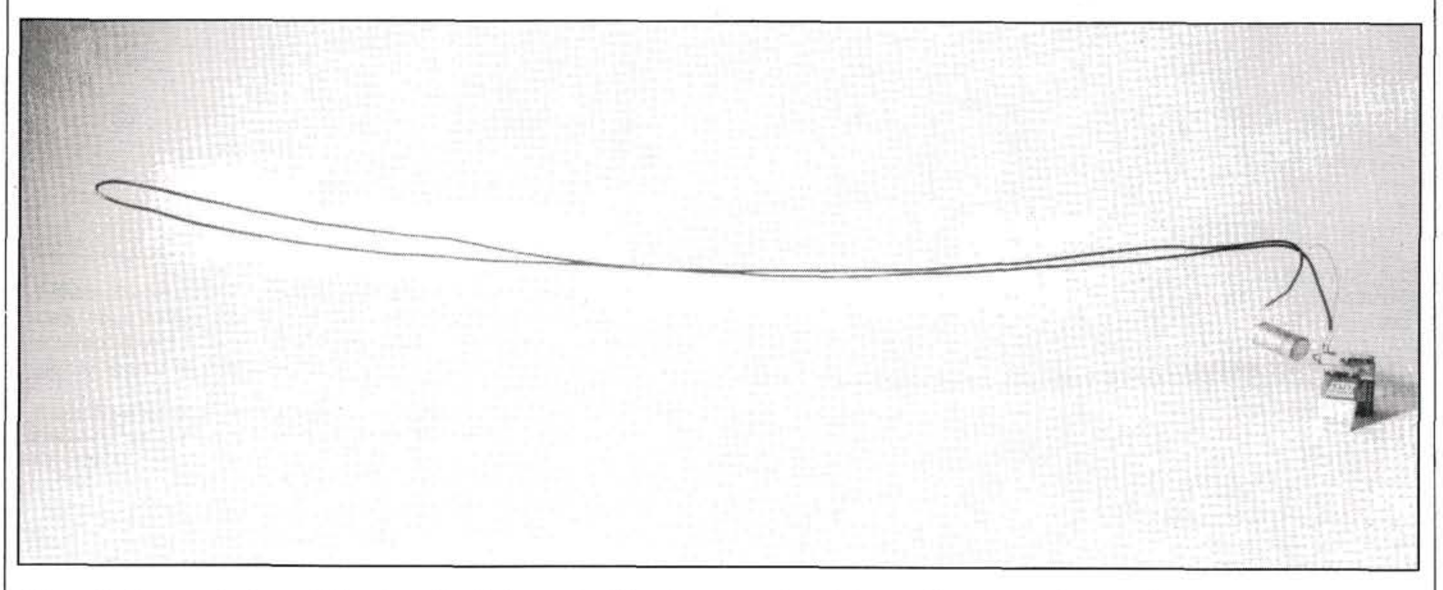


Figure 1 - Les conducteurs doivent pendre légèrement et leur écartement ne doit pas dépasser quelques millimètres. Ils seront parcourus par un courant d'une intensité de 45 ampères qui créera un champ magnétique très intense et très bref qui soulèvera et écartera les deux fils.

COURANTS FORTS

Le courant électrique et le magnétisme sont comme deux *larrons en foire* : *ils vont* de pair car **un courant électrique engendre toujours un champ magnétique**. Même autour d'un simple conducteur parcouru par un courant très faible règne un champ magnétique. Pour démontrer l'existence de ce champ magnétique on a recours soit à des instruments extrêmement sensibles, soit à des courants très forts. Vous allez vous rendre compte qu'il n'est pas difficile *de créer* de tels courants.

Pour réaliser le montage expérimental qui vous permettra de mettre en évidence la présence d'un champ magnétique, il suffit de disposer d'un bout de fil multibrins de 1,6 m d'une section de 0,15 mm^2, d'un condensateur électrolytique de 4700 µF/25 V et de deux piles de 9 V. Pliez le fil au milieu et *suspendez-le* horizontalement sans le tendre, en veillant à ce que l'écart entre les deux conducteurs ne dépasse pas quelques millimètres. Une des extrémités du fil devra être raccordée au pôle négatif du condensateur et au pôle *négatif* des *deux* batteries montées en série. Le montage est prêt à fonctionner !

Chargez d'abord le condensateur en mettant son pôle *positif en contact avec le pôle* positif de la batterie pendant quelques secondes. Puis, d'un mouvement rapide, rompez ce contact et touchez le pôle positif du condensateur avec l'extrémité libre du fil multibrins. Une forte impul*sion de courant* décharge le condensateur brutalement. Ce courant très fort produit un champ magnétique intense qui relève et écarte brusquement les deux fils l'un de l'autre.

En laboratoire nous avons *mesuré* la valeur instantanée du courant qui parcourt le fil et nous avons constaté qu'il atteint 45 A (ampères). Sa durée est très brève puisqu'il s'agit du courant de décharge du condensateur. Les fils retombent aussitôt dans leur position de repos, le champ magnétique ayant cessé d'exister. Si le courant intense persistait, les fils resteraient dans leur position soulevée et écartée.

L'expérience est encore plus *impressionnante* avec des condensateurs de plus grosse capacité et avec des tensions de charge plus élevées. (Ne dépassez pas la tension limite des condensateurs)

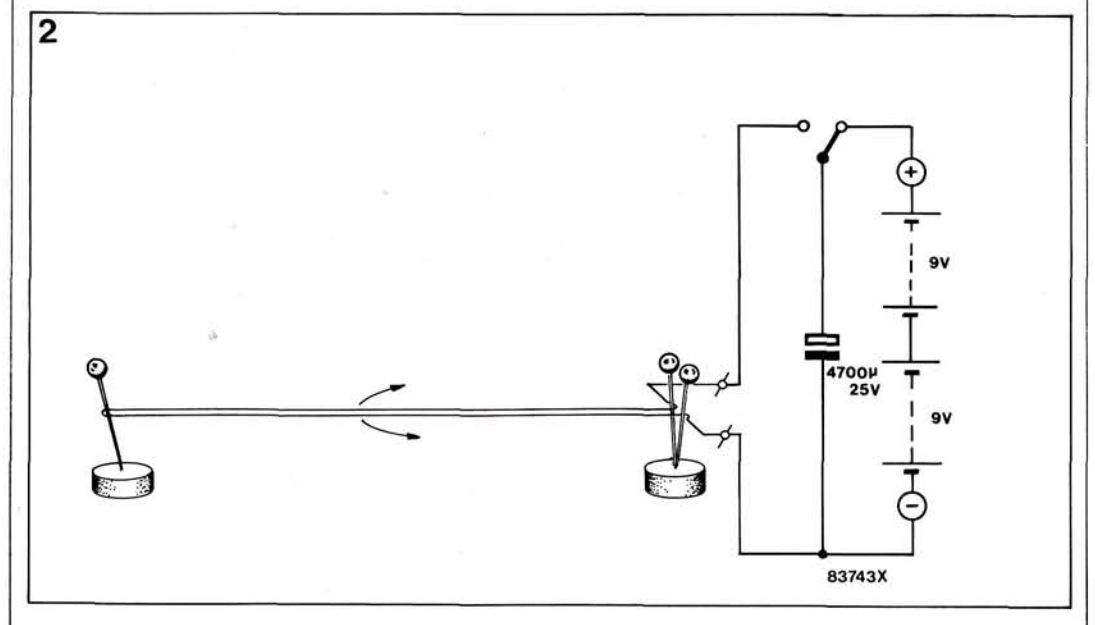


Figure 2 - Voici le schéma du montage. Le condensateur électrolytique est chargé par deux petites batteries de 9 V montées en série. Il sera déchargé à travers le conducteur.

Dans beaucoup d'applications de l'électricité, un courant de faible intensité suffit pour donner naissance ou mettre fin à un courant de beaucoup plus forte intensité, par l'intermédiaire d'un relais. Les relais sont des composants électromécaniques, c'est-à-dire qu'ils associent une partie électrique à une partie mécanique. En effet, tout relais comporte en gros deux parties : un électro-aimant et un contact.

Tout comme sur une sonnette domestique, l'aimant est en fait une bobine avec un noyau ferreux qui concentre l'induction magnétique de la bobine. On peut donc également considérer une sonnette comme un relais. C'est ce que montre la **figure 1**. Le symbole de la bobine d'un relais est un rectangle avec une diagonale.

Actuellement, en électronique, on utilise fréquemment des relais de petite, voire de très petite taille. Un relais de ce genre comporte généralement plusieurs contacts inverseurs, c'est-à-dire qu'il établit un contact au repos et en établit un autre au travail. Pour actionner ces inverseurs, la bobine doit délivrer suffisamment de puissance magnétique, laquelle n'est produite que s'il circule un courant d'intensité assez élevée. Pour de tels relais, l'intensité du **courant d'excitation** est comprise entre 20 et 200 mA.

Le plus souvent, c'est la tension (et non le courant) nécessaire à l'excitation du relais qui sera indiquée (6 V, 12 V, 25 V par exemple). D'une manière générale il est admis que plus la tension

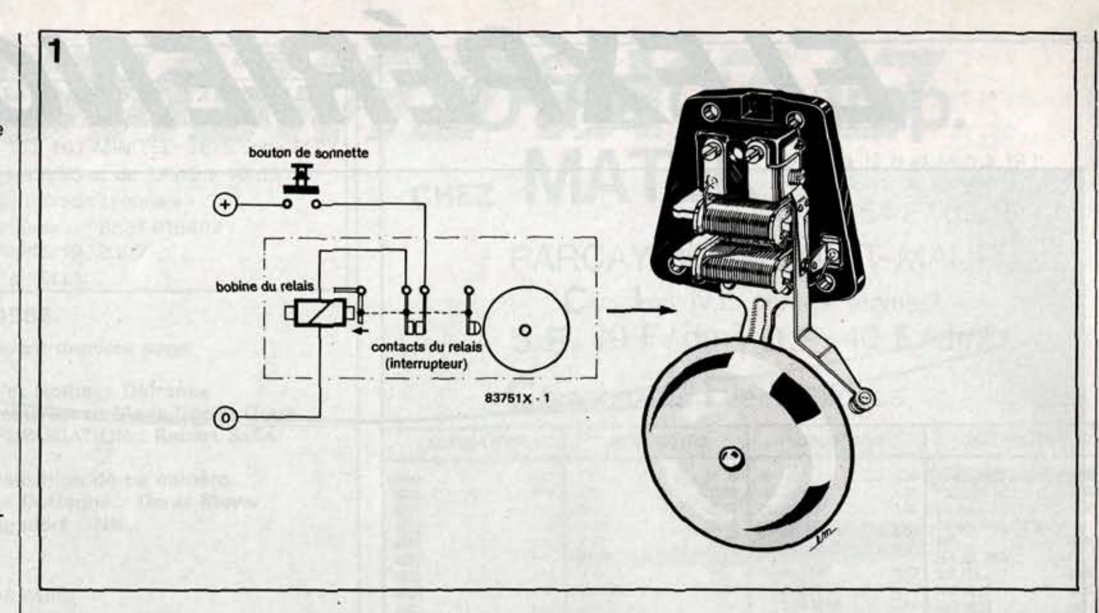


Figure 1 - Puisqu'un électro-aimant qui actionne un levier est appelé un relais, nous pouvons dire aussi d'une sonnette qu'elle est un relais...

RELAIS

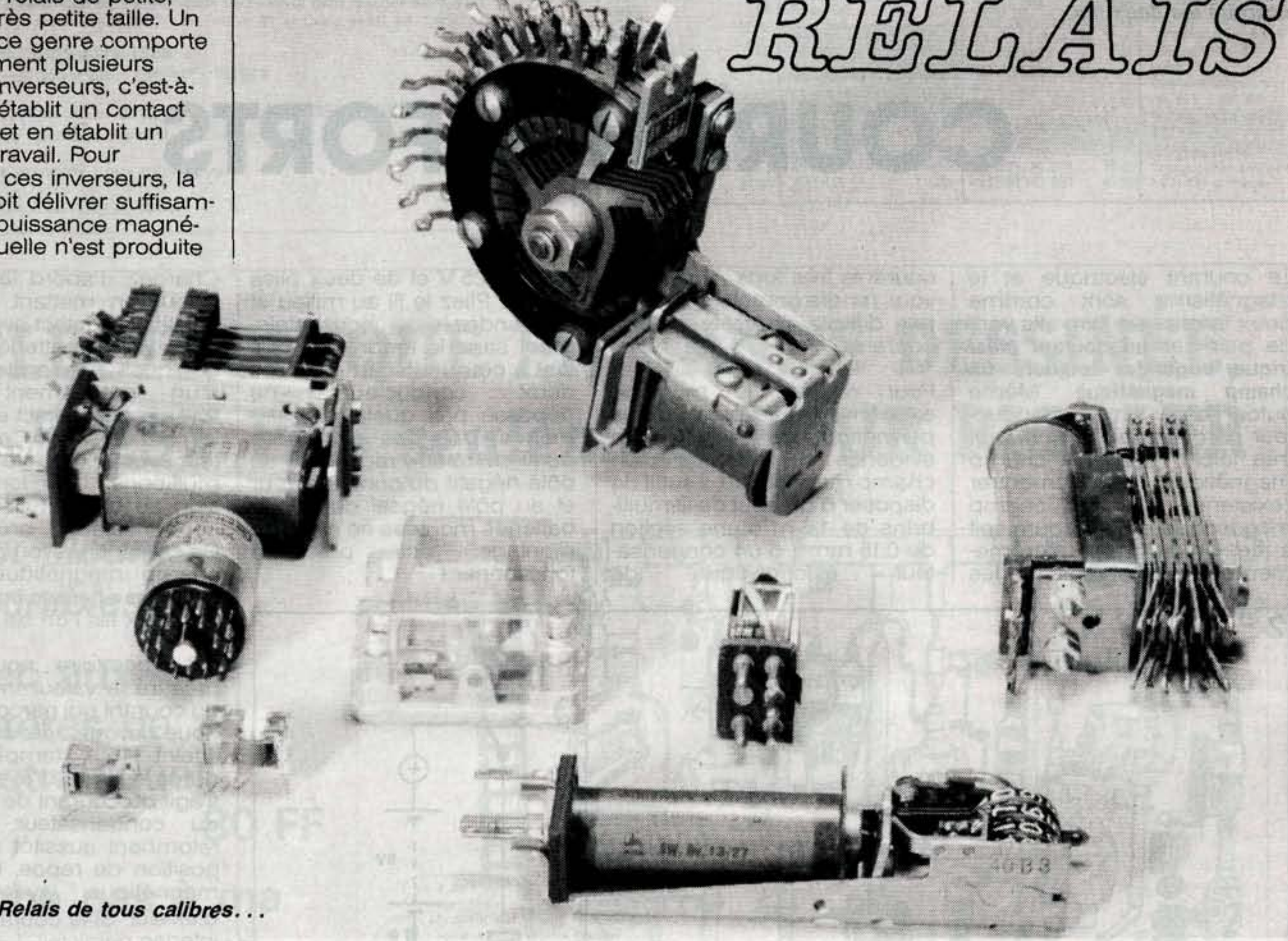


Figure 5 - Relais de tous calibres...

Avec un simple bouton, on fait monter un ascenseur, retentir une alarme, démarrer un bateau. Petites causes, grands effets. Grâce à un relais, bien entendu!

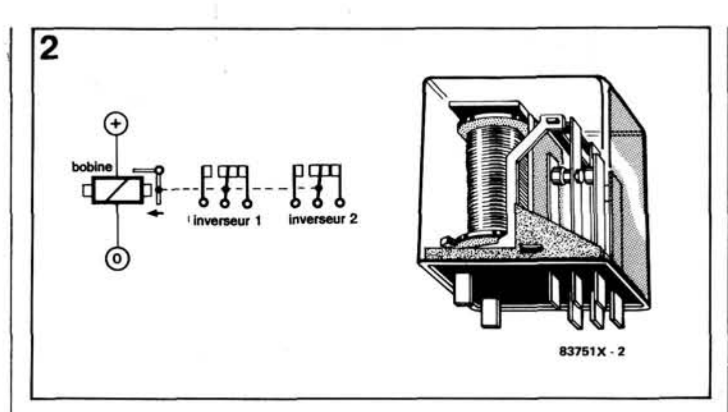


Figure 2 - Un relais à contacts inverseurs et multiples. Dans ce cas, nous avons à faire à deux contacts inverseurs parfaitement indépendants l'un de l'autre (si ce n'est qu'ils sont commandés par le même électro-aimant).

sera élevée, plus le courant nécessaire sera de faible intensité.

DES RELAIS VARIÉS

Les relais existent sous des formes variées. Le relais Reed (**figure 3**) ou interrupteur à lame souple (ILS) (quand il est dépourvu de bobine d'excitation) en est un exemple intéressant. La plupart des relais Reed n'ont qu'un seul contact encapsulé dans un petit tube de verre hermétique. La bobine est enroulée autour de ce tube. Ce type de relais est très sensible : Un courant de faible intensité (de 10 à 20 mA selon le nombre de spires de la bobine) suffit à l'exciter.

Un autre type très commun, est le relais-contacteur (**figure 4**) utilisé notamment pour commander l'avertisseur sonore des automobiles. Ils sont certes très faciles à trouver mais difficiles à utiliser pour d'autres applications. Nous seulement ils consomment trop de courant (jusqu'à 500 mA), mais de plus l'un des deux contacts est généralement relié à l'une des bornes de la bobine.

On trouve encore bien d'autres types de relais. Les acharnés de la récupération en savent quelque chose. La **figure 5** en montre une petite collection. Que faire lorsque l'on tombe sur un exemplaire aux caractéristiques inconnues ? D'abord, il faut l'ouvrir (si nécessaire), puis actionner le levier en appuyant dessus avec un doigt en direction de la bobine. Cette manipulation fournit deux informations fondamentales sur le type du relais : le mode de commutation (le relais établit un contact au repos ou au travail, ou encore dans l'un et l'autre cas), et la force d'attraction nécessaire. Plus la force exercée est grande, plus l'intensité du courant d'excitation sera élevée.

L'étape suivante consiste à observer si les caractéristiques de la bobine sont indiquées dessus. Parfois on trouve les indications du courant ou de la tension, souvent on ne trouve que trois ou quatre chiffres qui indiquent **le nombre de spires de la bobine**. Plus ce chiffre est élevé, plus grande sera la tension et par conséquent plus petit sera le courant. Il arrive aussi que la bobine ait un ou plusieurs points de branchement. C'est alors un véritable exercice d'investigation qui consiste à faire un test de continuité à l'aide d'un testeur approprié (ou à l'aide d'un multimètre utilisé en ohmmètre, sur un petit calibre). Pour cette dernière étape on connecte une pile (ou mieux une alimentation stabilisée) sur le relais et l'on observe rapidement s'il y a une réaction. Il ne peut rien arriver de fâcheux, car les relais sont des composants robustes.

UNE ANGE GARDIEN POUR LE TRANSISTOR

Si l'on veut commander un relais avec un transistor ou avec un circuit intégré, il est prudent (et même indispensable) de connecter une diode en parallèle sur la bobine, en la polarisant en inverse comme indiqué sur la **figure 6**. Les bobines présentent une self-inductance et ont de ce fait pour caractéristique de s'opposer aux variations du courant. **Le courant qui traverse la bobine "vers le bas", va, après blocage du transistor, être réinjecté "vers le haut" par l'intermédiaire de la diode**. En l'absence de diode, l'énergie encore accumulée dans la bobine au moment où le transistor se bloque, ne parviendrait pas à s'échapper; elle provoquerait une augmentation de la tension aux bornes de la bobine, à tel point qu'à un moment donné, le potentiel (c'est-à-dire la tension) de collecteur du transistor devient positif par rapport au potentiel de la ligne d'alimentation. Et c'est là que le transistor s'en irait *ad patres* s'il n'était protégé par la diode, son ange gardien. Grâce à elle, le potentiel à la polarité inverse et dangereuse aux bornes de la bobine s'effondre, et la tension de collecteur du transistor ne dépasse jamais le potentiel d'alimentation de plus de 0,6 V. Et oui, il ne faut pas oublier de prendre en compte le seuil de tension de la diode qui ne se met à conduire qu'une fois que la tension induite dans la bobine a atteint 0,6 V. . .



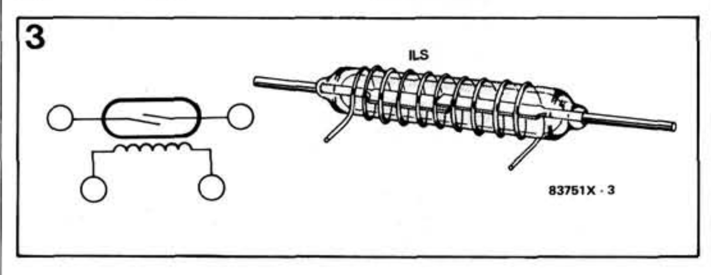


Figure 3 - Le relais Reed composé d'un interrupteur à lame souple autour duquel sont enroulées les quelques spires de la bobine.

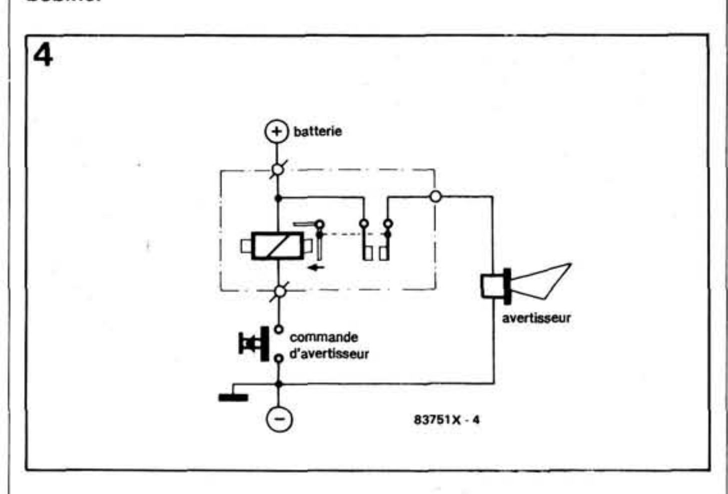


Figure 4 - Les relais contacteurs utilisés pour commander certains accessoires auto présentent parfois la caractéristique d'avoir une liaison entre la bobine et l'un des contacts. Ce sont des relais de puissance qui consomment un courant de forte intensité.

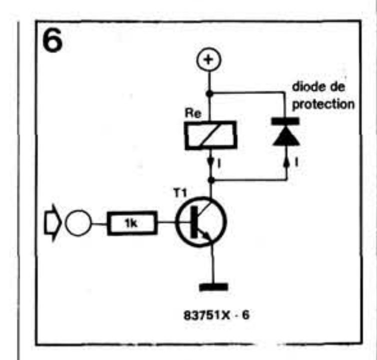
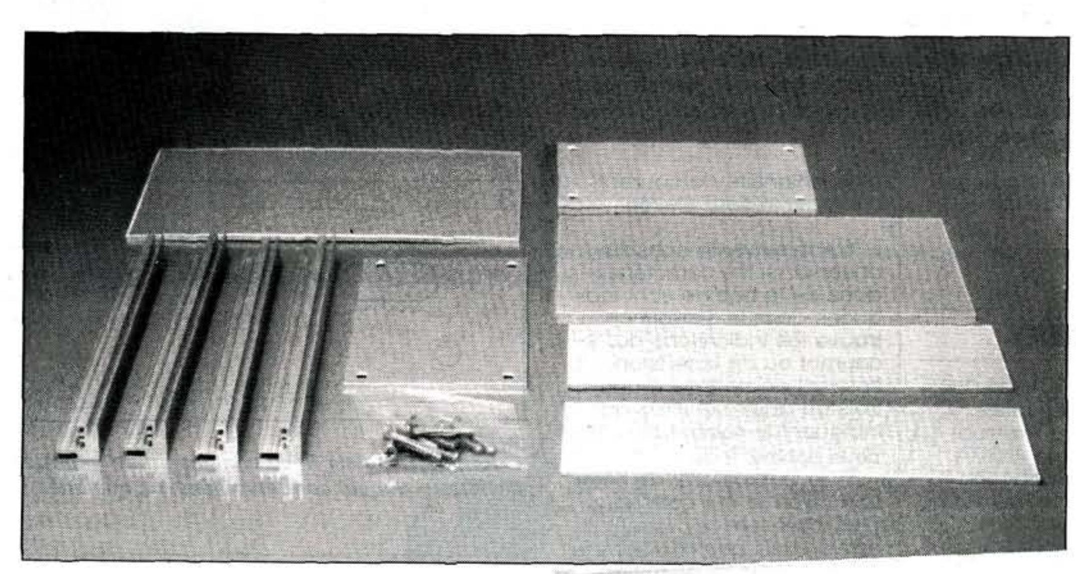


Figure 6 - La diode de protection ou d'étouffement est indispensable aux bornes de la bobine d'un relais chaque fois que celui-ci est commandé par un transistor (ou un circuit intégré).

DES COFFRETS ROBUSTES, BON MARCHE, ELEGANTS



Tous les composants sont en place sur votre circuit imprimé ou sur votre platine expérimentale, et vous venez de terminer la dernière soudure. Le moment est crucial : vous mettez sous tension et, merveille, le circuit fonctionne admirablement !
Lorsque cette période d'intense satisfaction est passée, vous avez le sentiment qu'il manque quelque chose à votre montage pour qu'il vous satisfasse complètement. Laisserez-vous ces fils à nu, exposés aux courts-circuits; ne faudrait-il pas protéger cette petite merveille de la poussière qui bientôt va l'envahir. Et puis . . . le genre «bidouille d'amateur» possède un charme certain, mais une finition un tant soit peu soignée donnerait tellement d'allure à vos montages !

L'habit ne fait évidemment pas le moine. Il n'empêche qu'un homme en habit de moine aura du mal à se faire passer pour un pilote de ligne, et inversement. De même, dès que l'on remarquera l'allure professionnelle de vos réalisations, on leur prêtera d'office des qualités professionnelles (qu'elles ont d'ailleurs, n'en doutons pas !).

LE PRET A PORTER

Il faut donc habiller ces circuits de même que leurs satellites (modules périphériques) : transformateur, support pour fusible, piles, potentiomètres, LED, affichage numérique, photodiode, interrupteurs, inverseurs, etc, et les habiller "sur mesure" de préférence.
C'est là que les ennuis commencent pour l'électronicien amateur, car bien souvent il n'aime ni scier, ni forer, ni plier, ni limer. Les fabricants de coffrets le savent pertinemment, c'est pourquoi ils ont créé une grande diversité de coffrets de tous formats. Il en existe en diverses matières : métal embouti, métal moulé, matière plastique, tôle d'acier, tôle d'aluminium . . .

Tout comme en haute couture, il existe une mode dans ce domaine-ci, moins capricieuse et moins éphémère que l'autre, heureusement, et cette mode a aussi ses grands noms. La robustesse, l'élégance et la facilité d'emploi des coffrets de fabrication industrielle sont généralement au-delà de toute critique, mais leur prix est parfois plus élevé que celui des composants qu'ils sont appelés à abriter.

LES KITS

D'autres solutions existent, qui nécessitent peu de travail d'ajustage et donnent de très bons résultats, tout en coûtant moins cher.

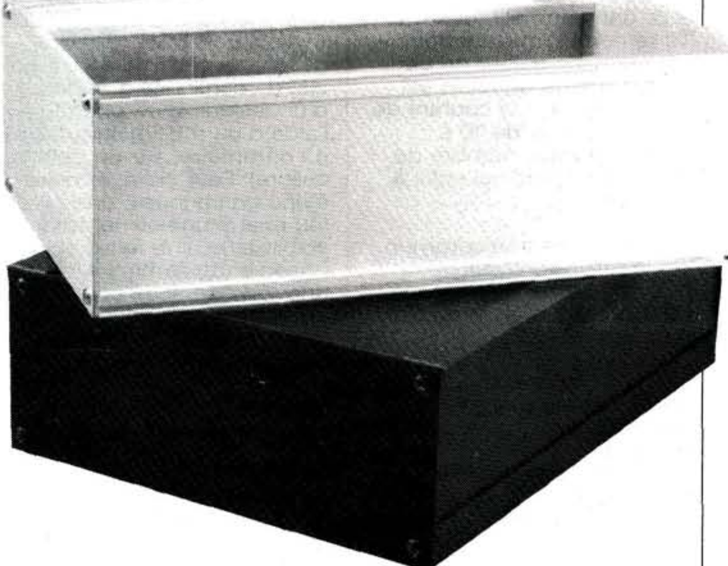


***Figure 1** - L'assemblage d'un coffret à base de cornières profilées en aluminium est relativement simple : enfoncer quatre vis dans chaque panneau frontal, terminé ! Les "kits" ne vous posent aucun problème car toutes les pièces sont bien ajustées.*

Certaines d'entre elles ont retenu notre attention car elles sont susceptibles d'apporter une solution au problème devant lequel vous vous trouvez. Certains fabricants produisent des coffrets en aluminium à assembler soi-même. Ce travail d'assemblage requiert peu d'habileté manuelle. C'est la première des solutions dont nous voulons vous entretenir. La deuxième est encore moins chère, et particulièrement une de ses variantes qui consiste en six plaques en aluminium découpées aux dimensions souhaitées, assemblées à l'aide de quatre tasseaux de bois et de quelques vis.
Examinons d'abord en détail la première solution.
L'aluminium, est un métal tendre qu'on scie aisément et qu'on attaque facilement à la lime. Les "kits" disponibles chez les vendeurs de composants contiennent six panneaux en tôle d'aluminium et quatre cornières profilées (**figure 1**). Ces éléments sont découpés

aux dimensions exactes du coffret. Il suffit dès lors de glisser les parois dans les rainures correspondantes des cornières profilées et de fixer les deux panneaux frontaux à l'aide des vis contenues dans le colis. Les formats disponibles sont très nombreux. Un des avantages de ce type de coffret est de permettre le démontage rapide de n'importe lequel des panneaux pris isolément. Cette caractéristique facilite en outre l'exécution des découpes nécessaires pour l'implantation des interrupteurs, bornes, instruments de mesure ou de contrôle.

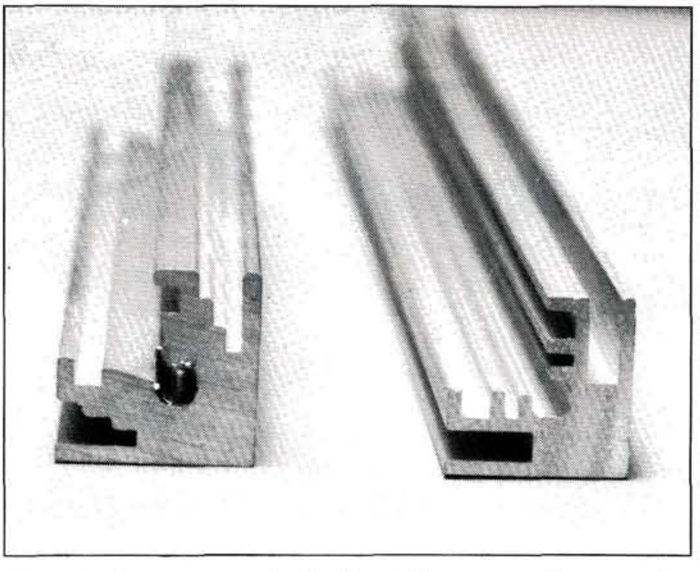


Figure 2 - Le commerce de détail met diverses cornières profilées à votre disposition, qui vous permettent de fabriquer vous-même des coffrets aux dimensions que vous souhaitez. Ces profils sont vendus au mètre.

DECOUPES

L'aluminium est facile à percer au moyen de n'importe quelle perceuse électrique, fût-elle de piètre qualité, à condition d'utiliser une mèche convenablement affûtée. Même une chignole peut convenir. Pointez l'emplacement des trous avant de percer car si votre perceuse n'est pas fixée sur un support, la mèche ira folâtrer de gauche et de droite en laissant de vilaines traces. Plus grave : vous ne réussirez pratiquement jamais à percer les trous à l'endroit souhaité. Marquez d'abord le centre du trou par deux fins traits de crayon perpendiculaires et pointez cette marque à l'aide d'un pointeau (un clou convient également). Moyennant cette précaution, la pointe de la mèche restera prisonnière dans la petite excavation quand vous commencerez à percer !

Pour exécuter les découpes percez d'abord quelques trous jointifs, ce qui vous permettra d'introduire ensuite une lame de scie dans cette amorce de fente. Différents modèles de scies permettent de découper l'aluminium : scie à métaux, scie à contourner pourvue d'une lame pour métaux légers, et finalement la scie sauteuse électrique munie d'une lame appropriée. La finition des découpes se fait à la lime.

Ces coffrets quasi prêts à l'emploi ne sont pas bon marché. Si leur prix vous semble trop élevé, ou si vous ne trouvez pas le format qui vous convient, construisez le vôtre en vous inspirant du même principe. Vous trouverez les cornières profilées ainsi que les tôles d'aluminium chez certains quincaillers, dans certaines grandes surfaces ou chez les détaillants en composants électroniques. Pour construire ce genre de coffret, c'est vous-même qui devrez couper tout à la bonne longueur, bien droit, *à angle droit* et percer au bon endroit ! Exécutez ce travail soigneusement car tout l'aspect du coffret en dépend. Ebarbez les saillies des pièces sciées avant de les manipuler, afin de ne pas vous blesser et de faciliter l'assemblage.

MOINS CHER TOUT AUSSI ROBUSTE

Cette solution vous paraît-t-elle encore trop onéreuse, remplacez les cornières profilées par de simples cornières à angle droit sur lesquelles seront vissés les panneaux. Si vous le souhaitez, vous pouvez rendre certains de ces panneaux inamovibles, en remplaçant les vis par de simples rivets ou par des rivets aveugles, ou encore en les collant. N'achetez pas de cornières en acier car elles sont difficiles à percer, à moins d'opter pour des cornières perforées. Les nombreuses combinaisons permises par ce matériel sont intéressantes dans certains cas. Quelle que soit la cornière choisie, vous ne devez pas perdre de vue que ce type de construction exige six cornières au lieu de quatre (une par arrête) afin que tous les panneaux aient un support de fixation.

Si vous n'arrivez pas à vous procurer les cornières, prenez simplement quatre lattes en bois et six panneaux en aluminium comme nous l'avons fait dans le prototype de la **figure 3**. Voilà certainement la solution la moins chère, mais elle est parfaitement valable. Quelle que soit la solution que vous choisirez, **voyez "grand"**, particulièrement dans le cas de la dernière solution proposée. Moins le circuit est à l'étroit dans son coffret, plus il vous sera facile de l'installer, et surtout de le retirer occasionnellement pour y apporter une modification ou une éventuelle amélioration. Par ailleurs, la recherche des pannes et leur réparation est beaucoup plus aisée si vous disposez de cet espace inoccupé.

MARIAGE DU BOIS ET DE LA TOLE D'ALUMINIUM

Dans la combinaison bois-aluminium, c'est la rigidité du bois qui assure la solidité de l'ensemble : des lattes de 20 mm x 20 mm ou de 20 mm x 30 mm procurent une rigidité parfaite, même à de grands coffrets. Dans tous les modèles de coffrets construits à l'aide de cornières simples, les arrêtes sont visibles. Apportez donc le plus grand soin au découpage et à l'ébarbage des panneaux en aluminium. Du ruban adhésif noir ou colorié collé le long des arrêtes camouflera les petites imperfections éventuelles. La longueur des pièces en bois doit correspondre exactement à la longueur des panneaux. Prévoyez une vis à chaque coin de chaque panneau. Ebarbez le bord des trous dès qu'ils sont percés.

Les vis à bois à tête fraisée conviennent bien pour cet assemblage. Les trous seront donc fraisés légèrement eux aussi (allez-y doucement) à l'aide d'une mèche à fraiser, ou plus simplement au moyen d'une plus grosse mèche. Amorcez le passage des vis à bois par un préperçage des lattes aux endroits voulus (une demi millimètre de moins que la section des vis si le bois est dur).

Les coffrets assemblés au moyen de cornières simples ou de lattes en bois sont un peu moins luxueux que les autres. Leur prix, par contre, les met à la portée de toutes les bourses et leur solidité n'a rien à envier aux coffrets luxueux. Il nous semble qu'ils constituent une solution de bon sens pour beaucoup d'amateurs.

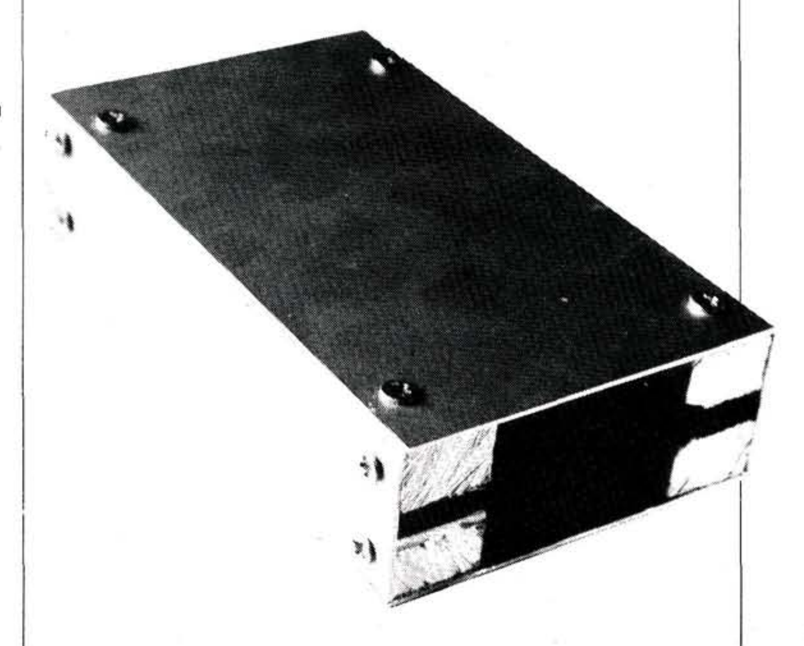


Figure 3 - La version aluminium et bois met la construction d'un coffret à la portée de toutes les bourses. Pour construire ce genre de coffret, il suffit de six panneaux en aluminium, de quatre lattes en bois et de quelques vis. La rigidité de ces coffrets, même de grande dimension, est très bonne.



régulateur de vitesse pour mini-perceuse

Les mini-perceuses sont très utiles au bricoleur, mais les modèles bon marché ne sont pas bien puissants. Construisez ce régulateur pour gonfler les muscles de votre perceuse.

Aussi curieux que cela paraisse, un électronicien ne peut pas se passer longtemps d'une mini-perceuse. Que ce soit pour percer le circuit imprimé qu'il vient de graver, ou pour agrandir quelques trous sur une platine d'expérimentation pour y implanter un potentiomètre ou un autre composant "aux grands pieds", pour fraiser, brosser, scier. . . La liste des usages possibles est longue.

Hélas, ces mini-perceuses ne sont pas très puissantes. Elles ont le souffle court et leur vitesse de rotation s'effondre au moindre effort. Vous, lecteurs d'ELEX, vous pouvez donner du coffre à votre mini-perceuse en l'équipant du régulateur de vitesse que nous décrivons ici. Ce circuit permet de déterminer vous-même la vitesse à laquelle la perceuse doit fonctionner, lui se charge ensuite de la maintenir constante, dans certaines limites, indépendamment de la charge. Rien ne vous empêche d'ailleurs d'utiliser ce régulateur pour équiper d'autres appareils mûs par un moteur alimenté en courant continu sous une tension de 12 V.

L'intensité maximale du courant fourni par le régulateur est de 2 A; en cas de surcharge, un disjoncteur thermique entre en service et protège l'appareil contre une éventuelle surintensité.

COMPENSER LA CHUTE DE TENSION

Deux circuits intégrés et quelques composants passifs vous permettront de réaliser le régulateur de vitesse de la **figure 1**. IC1 est un régulateur de tension intégré dont la tension de sortie est déterminée par le potentiomètre P1. La tension de sortie déterminée par l'utilisateur est appliquée à travers R7 au pôle positif du moteur, dont la borne négative est reliée en toute logique à la masse du circuit de régulation. Lorsque la tension de sortie du régulateur déterminée par la position du curseur de P1 devient inférieure à 12 V, le régime du moteur baisse progressivement par rapport à sa vitesse maximale.
La résistance R7 montée en série avec le moteur fonctionne en **palpeur (ou détecteur) de courant**. La chute de tension aux bornes de cette résistance est proportionnelle à l'intensité du courant qui la traverse; plus l'intensité du courant est élevée, plus la chute de tension est forte. A une vitesse de rotation donnée correspond une certaine chute de tension sur R7. Cette chute de tension est constante tant que la vitesse de rotation du moteur est elle-même constante.
Quand la vitesse de rotation d'un moteur baisse en raison de la charge qu'il supporte (ou essaye de supporter), le courant consommé par le moteur augmente. La chute de tension aux bornes de R7 est d'autant plus forte.
L'amplificateur opérationnel IC2 transmet ce changement de tension à IC1. La broche 4 est l'entrée de la tension de référence d'IC1. Dans le circuit intégré, elle est reliée à un amplificateur d'erreur qui se charge d'augmenter le courant de sortie du régulateur en proportion.
L'augmentation du courant

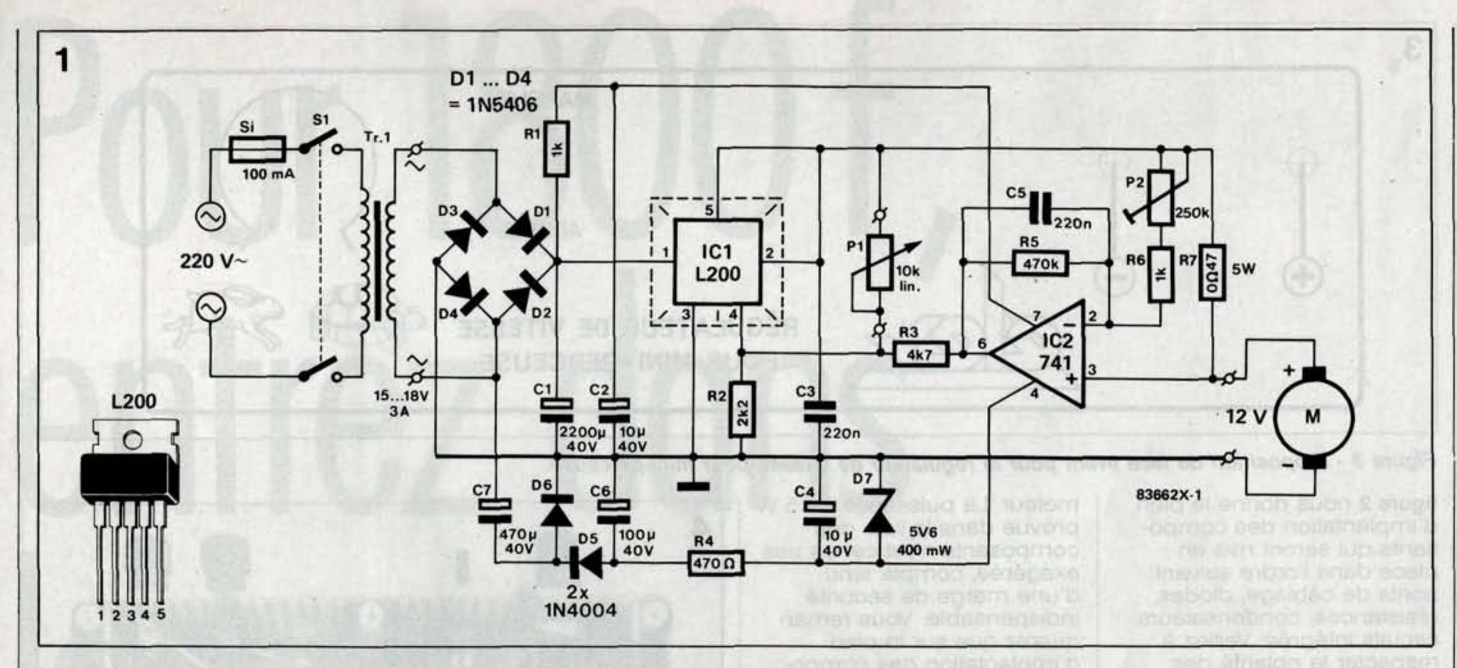


Figure 1 - Le schéma du régulateur de vitesse pour perceuse est construit à l'aide de deux circuits intégrés: un régulateur de tension et un amplificateur opérationnel. Une tension proportionnelle à l'intensité du courant à travers le moteur est transmise à IC1 qui corrige sa tension de sortie en conséquence: à mesure que le courant à travers le moteur augmente, IC1 cherche à augmenter la tension, et vice versa.

de sortie permet au moteur de (mieux) supporter l'augmentation de la charge. La tension alternative fournie par le transformateur est redressée par les diodes D1. . . D4 agencées en pont. L'ondulation résiduelle de la tension est aplanie par le condensateur tampon C1. Le fonctionnement de ce type de circuit a déjà été décrit en détail dans ELEX à propos de l'alimentation de 4,5 V. L'ensemble constitué par les condensateurs C6 et C7 et par les diodes D5 et D6 crée une tension négative par rapport à la masse. La diode D7 limite cette tension à 5,6 V. C'est le bon fonctionnement de l'amplificateur opérationnel IC2 qui exige la présence d'une tension d'alimentation symétrique. En connectant entre les bornes de sortie positive et négative un moteur prévu pour être alimenté par une tension continue de 12 V, nous allons pouvoir en faire varier la tension d'alimentation entre 3 et 13 V selon la vitesse de rotation que nous désirons obtenir. Notez que le curseur de la résistance variable P2 doit être en fin de course du côté de R6. Quand le moteur n'est pas branché, la plage de réglage de P1 est sensiblement réduite. La tension de sortie est alors limitée entre 3,5 V et 7 V. C'est l'absence de courant de sortie qui provoque ce phénomène. L'amplificateur opérationnel IC2 informe le régulateur de tension IC1 de l'absence de chute de tension, d'où IC1 déduit que la vitesse de rotation est trop élevée et réduit en proportion la tension de sortie.

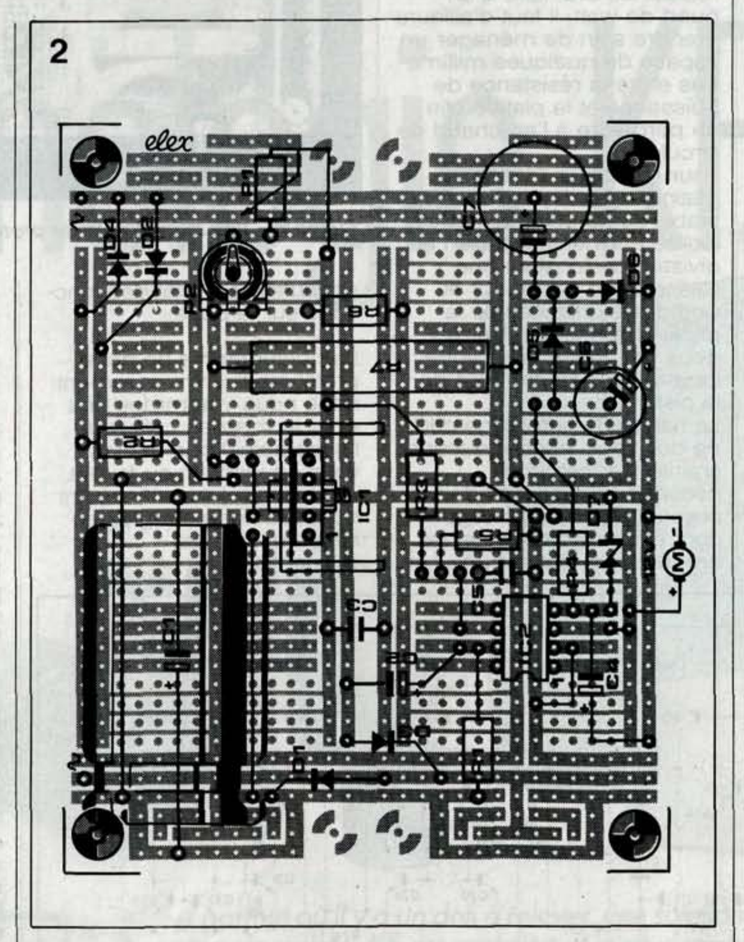


Figure 2 - Le plan d'implantation des composants du régulateur de vitesse. Tous les composants situés à droite du transformateur sur le schéma peuvent être montés sur la platine, sauf P1, l'interrupteur et les bornes de sortie que l'on montera de préférence en façade du coffret.

CONSTRUCTION ET REGLAGE

L'ensemble des composants pourra être monté sur une platine d'expérimentation ELEX de format 2, à l'exception du transformateur, du fusible, de l'interrupteur marche/arrêt, du potentiomètre P1, des bornes de sortie et évidemment de la perceuse elle-même . . . La

Liste des composants

R1,R6 = 1 kΩ
R2 = 2,2 kΩ
R3 = 4,7 kΩ
R4 = 470 Ω
R5 = 470 kΩ
R7 = 0,47 Ω/5 watts
P1 = 10 k linéaire
P2 = 250 kΩ (220 kΩ) variable
C1 = 2200 µF/40 V
C2,C4 = 10 µF/40 V
C3,C5 = 220 nF
C6 = 100 µF/40 V
C7 = 470 µF/40 V
D1 . . .D4 = 1N5406 (diode au silicium/3 A)
D7 = zener 5,6 V/ 400 mW
IC1 = L200 (SGS Ates)
IC2 = 741

Divers:
S1 = interrupteur secteur bipolaire
radiateur SK13 pour IC1 (35 x 20 x 15 mm)
Tr1 = transformateur d'alimentation 15 . . . 18 V/3 A
F1 = fusible 100 mA + porte-fusible
douille euro pour le cordon d'alimentation avec si possible porte-fusible et interrupteur incorporés
platine ELEX format 2
2 bornes de sortie (douilles bananes châssis) rouge et noire
coffret (de préférence en matière plastique
4 entretoises
6 picots à souder

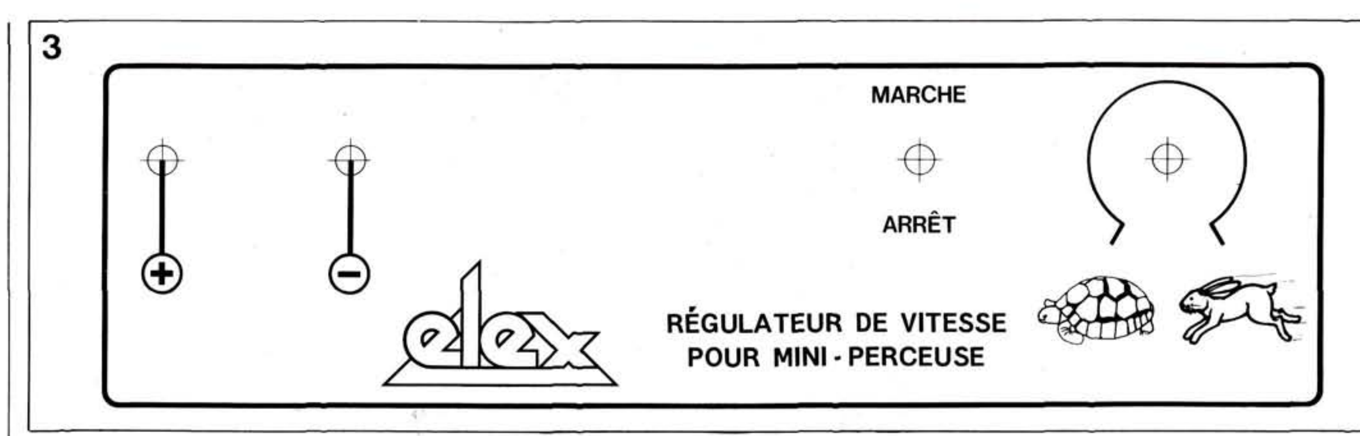


Figure 3 - Proposition de face avant pour le régulateur de vitesse pour mini-perceuse.

figure 2 nous donne le plan d'implantation des composants qui seront mis en place dans l'ordre suivant: ponts de câblage, diodes, résistances, condensateurs, circuits intégrés. Veillez à respecter la polarité des condensateurs électrolytiques. On remarquera d'ailleurs que C6 et C7 doivent être implantés verticalement; il serait donc intéressant que ce soient des condensateurs à sortie radiales, c'est-à-dire que leurs deux broches soient du même côté.

Le régulateur IC1 est monté sur son radiateur sans plaquette isolante; la partie métallique du boîtier d'IC1 est tournée du côté de C1. Le radiateur est indispensable si l'on veut que IC1 fournisse jusqu'à 2 A sans que son disjoncteur thermique n'entre en fonction. L'encoche permettant de repérer la broche 1 d'IC2 est orienté dans la même direction que la borne positive du condensateur C4.

La résistance R7 doit être une résistance de puissance, car elle voit passer la totalité du courant qui traverse le moteur. La puissance de 5 W prévue dans la liste des composants n'est certes pas exagérée, compte tenu d'une marge de sécurité indispensable. Vous remarquerez que sur le plan d'implantation des composants, une place suffisante a été prévue pour ce composant, sachant qu'une résistance de 5 W était autrement plus encombrante qu'une résistance ordinaire d'un quart de watt. Il faut d'ailleurs prendre soin de ménager un espace de quelques millimètres entre la résistance de puissance et la platine afin de permettre à l'air chaud de circuler.
Pour raccorder P1 à la platine, deux fils suffisent. On établit sur le potentiomètre (utilisé en rhéostat et non en diviseur de tension) une liaison entre le curseur et une des extrémités de la piste, et l'on y relie les des deux fils, tandis que l'autre sera reliée à l'autre bout de la piste.
Le risque de surcharge d'IC1 ne doit vous inspirer aucune crainte, car ce circuit possède un dispositif de disjonction qui le protège contre les surcharges et les empêche de causer un

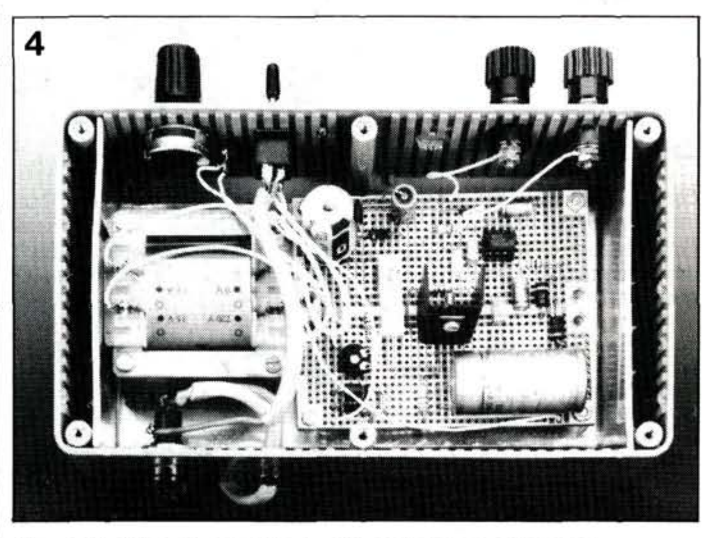


Figure 4 - Vue d'ensemble du prototype sans son capot.

échauffement fatal des jonctions sur la puce.

La photographie de notre prototype montre comment nous nous y sommes pris pour la mise en coffret de l'ensemble. Vous pouvez vous en inspirer, ou faire à votre guise, l'essentiel étant de respecter les règles de sécurité les plus élémentaires.

Avant de procéder à la mise en coffret définitive et dès la fin de la partie électronique de la construction, vous pourrez passer au test.

Commencez par placer le curseur de P2 à mi-course, et mesurez la tension sur la broche 5 d'IC1. Quand le circuit est en service, vous devez relever à ce point une tension qui varie avec la position de P1. Ceci indique que le circuit de régulation fonctionne correctement.

Coupez la tension d'alimentation et mettez le curseur de P1 ainsi que celui de P2 à mi-course. Connectez la perceuse et faites un essai en charge: essayez de freiner modérément le moteur de la perceuse, en serrant doucement le mandrin entre le pouce et l'index. La vitesse de rotation devrait tendre à rester constante. Si elle ne le fait pas, corrigez la position de P2 et refaites un essai. Répétez cette opération jusqu'à ce que vous trouviez la position du curseur de P2 dans laquelle la vitesse du moteur reste constante malgré l'augmentation de la charge (freinage modéré). Refaites cette opération dans différentes positions de P1 et cherchez pour P2 la position la plus efficace.

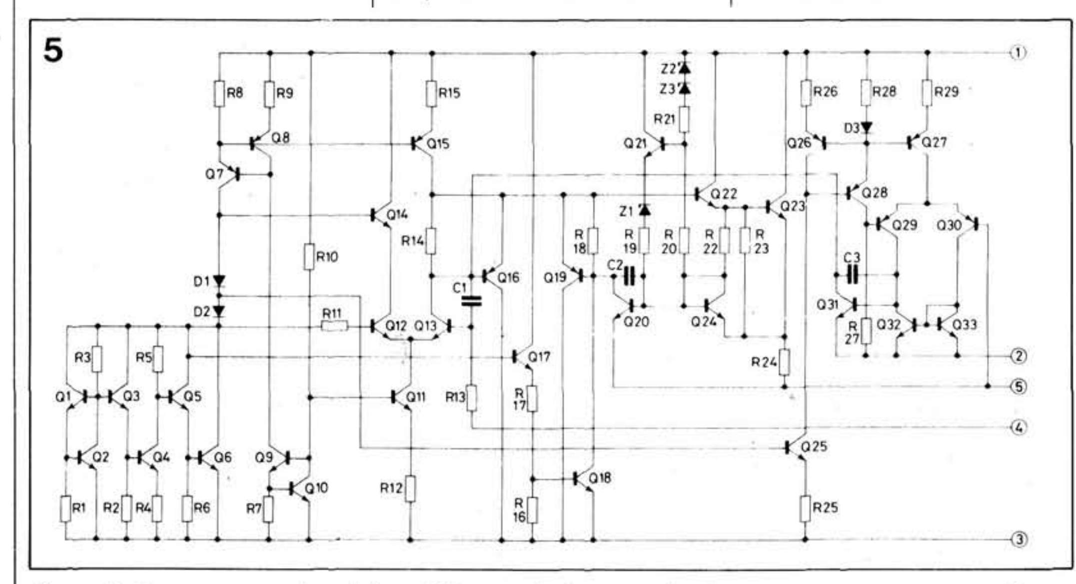
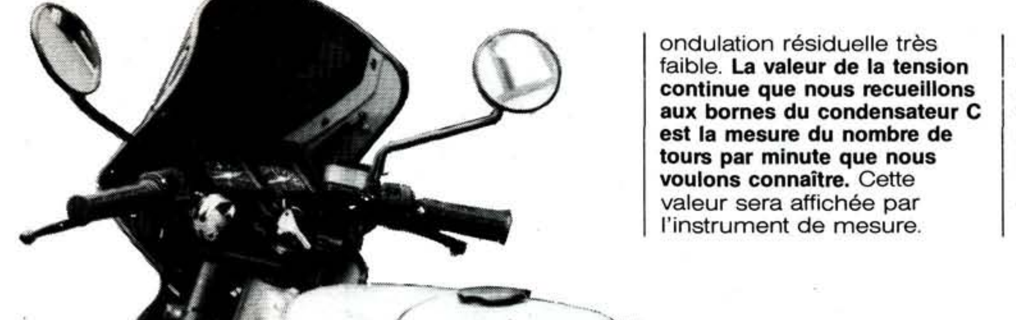


Figure 5 - Rassurez-vous, le schéma ci-dessus n'est pas un circuit que nous vous proposons de monter sur une platine d'expérimentation ! C'est le circuit interne du L200; c'est cela que l'on nomme un «circuit intégré». La broche 1 est l'entrée, la broche 5 la sortie, la tension de référence est appliquée à la broche 4 tandis que la broche 2 surveille le courant de sortie.



Compte-tours pour petites cylindrées

Liste des composants (**figure 6**)

Résistances :
R1 = 2,2 kΩ
R2 = 39 kΩ
R3 = 12 kΩ
R4 = 100 kΩ
R5,R8 = 1 kΩ
R6 = 27 kΩ
R7 = 330 Ω
R9 = 100 Ω/1 W
P1 = 25 kΩ variable

Condensateurs :
C1 = 1 nF
C2 = 220 nF
C3 = 470 µF/6 V
C4 = 10 µF/6 V

Semi-conducteurs :
D1 = zener 2,7 V/400 mW
D2 = zener 3,3 V/1 W
T1,T2,T3 = BC549C

Divers :
platine d'expérimentation ELEX format 1
picots à souder 1,2mm
1 galvanomètre (ampèremètre 100 µA ou 500 µA)
matériel de montage, cable isolé, fil de cuivre rigide pour le capteur, etc.

Vous est-il déjà arrivé de devoir piloter un hélicoptère avec le compte-tours en panne ? Sans doute pas. . . vous pouvez nous croire, c'est une expérience qui marque dans l'existence ! Le compte-tours est un instrument bien rassurant et bien confortable, et même sur une petite cylindrée il est rudement intéressant de le posséder si vous voulez ménager votre monture et ne pas gaspiller le carburant.

Vous pouvez, lecteurs d'ELEX, vous l'offrir à très bon compte. Malgré les apparences, il est très simple à comprendre et à réaliser. Le synoptique de la **figure 1** vous révèle le principe mis en oeuvre. La tension d'alimentation est prélevée sur l'installation électrique de bord. Comme elle est trop variable pour notre montage nous la stabilisons dans le bloc 1. La tension stabilisée sert à alimenter le bloc 2 qui est un générateur d'impulsions rectangulaires. Les impulsions de commande lui sont fournies sous une forme rudimentaire par l'allumage du moteur. Chaque étincelle provoquée entre les électrodes de la bougie est dûe à un bref courant à haute tension qui parcourt le câble d'allumage. Un capteur enroulé autour de ce câble "copie" cette impulsion par induction. Cette "copie" est transformée par une bascule monostable en un signal rectangulaire bien calibré : sa durée et son amplitude sont invariables. A la sortie du monostable, cette tension rectangulaire traverse un circuit R-C qui agit comme filtre passe-bas. Il transforme la tension rectangulaire en tension continue avec une ondulation résiduelle très faible. **La valeur de la tension continue que nous recueillons aux bornes du condensateur C est la mesure du nombre de tours par minute que nous voulons connaître.** Cette valeur sera affichée par l'instrument de mesure.

Essayons de voir pourquoi la tension aux bornes du condensateur C est proportionnelle au régime du moteur. La **figure 2** illustre ce phénomène très clairement. Elle montre deux diagrammes d'impulsions prélevées aux points A,B et

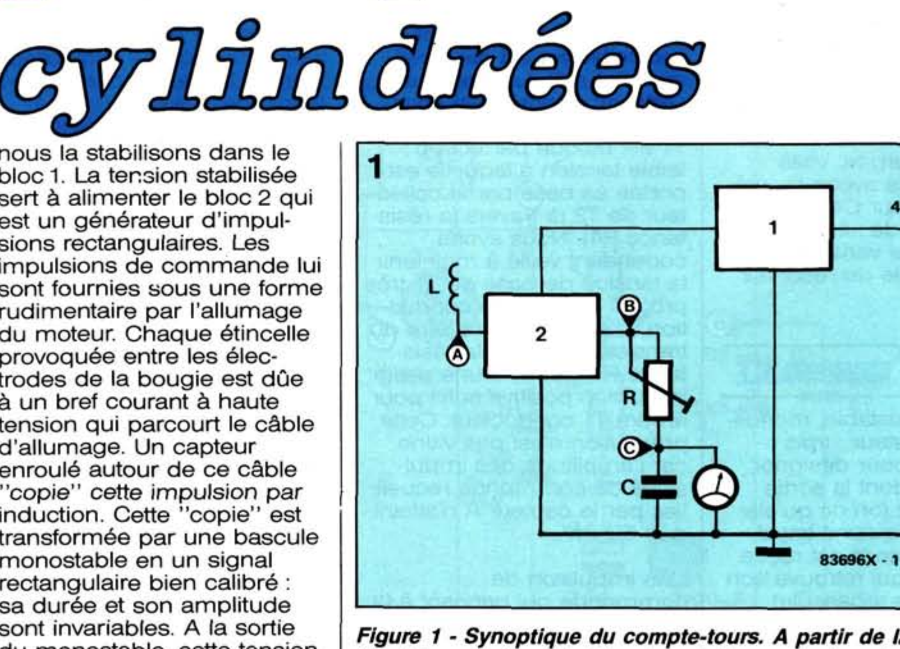


Figure 1 - Synoptique du compte-tours. A partir de la tension électrique de bord, le bloc 1 produit une tension stabilisée qui alimente le compte-tours. Le bloc 2 transforme les impulsions de l'allumage en signaux rectangulaires d'amplitude et de durée constantes. Cette tension rectangulaire est affichée par l'instrument de bord après intégration par un circuit R-C.

C de la **figure 1**. Quand le moteur tourne lentement (**figure 2a**), le capteur A reçoit peu d'impulsions de commande (A). Par conséquent le monostable ne fournit qu'un petit nombre d'impulsions, forcément plus espacées (B). La tension continue mesurée aux bornes du condensateur C sera faible. En revanche, quand la vitesse de rotation du moteur est élevée (**figure 2b**), l'allumage fournit des étincelles plus rapprochées et le monostable transmet un nombre d'impulsions plus élevé au filtre R-C. Cela se traduit par une tension moyenne plus élevée aux bornes du condensateur C. La valeur de cette tension dépend donc directement du nombre d'impulsions.

L'ALIMENTATION

La tension de service d'un cyclo-moteur varie entre 4 V et 10 V. Cet écart est très grand et entraînerait inévitablement des erreurs dans l'indication de la vitesse de rotation du moteur, si l'on se servait de cette tension pour alimenter un compte-tours. Nous pouvons facilement stabiliser la tension à l'aide de trois composants: une résistance (R9), une diode zener (D2) et un condensateur (C4). L'identification de ces composants est la même sur le schéma partiel (**figure 3**) que sur le schéma général en fin d'article. La résistance R9 a pour fonction de limiter le courant qui traverse la diode zener D2 à une valeur acceptable. C'est aux bornes de D2 que nous recueillons la tension stabilisée. Les variations de la tension d'entrée sont d'une amplitude telle que la tension zener n'est pas parfaitement stable; le même phénomène se produit lorsque la tension zener est fortement chargée. Voilà pourquoi nous avons monté le condensateur C4 en parallèle sur la diode : il s'agit d'atténuer ces variations de tension à l'aide du réservoir C4.

LA BASCULE MONOSTABLE

Bascule monostable, monostable, univibrateur : trois appellations pour désigner un dispositif dont la sortie change d'état (on dit qu'elle bascule) dès qu'une **impulsion de commande** est reçue à l'entrée, et qui retrouve son état initial (elle rebascule) spontanément après un certain temps qui est indépendant de l'impulsion de commande. Au repos un courant de base parcourt la résistance R6 et traverse le transistor T2. **De ce fait T2 est conducteur et le potentiel de son collecteur est bas (pratiquement nul). La tension de sortie du dispositif est donc nulle également**. Le transistor T1 est bloqué par la trop faible tension à laquelle est portée sa base par le collecteur de T2 (à travers la résistance R4). Nous avons cependant veillé à maintenir la tension de base de T1 très proche de l'état de conduction. C'est la raison d'être du transistor T3 et de la résistance R1. Dès lors une petite impulsion positive suffit pour rendre T1 conducteur. Cette précaution n'est pas vaine car l'amplitude des impulsions de commande recueillies par le capteur A n'atteint que 50 mV.

Une impulsion de commande qui parvient à la base de T1 par C1 et R2 fait basculer le dispositif : T1 devient conducteur et T2 se bloque. Dès cet instant **le potentiel du collecteur de T2 devient haut et il en est de même pour la sortie B du dispositif**. T1 étant conducteur, la tension de son collecteur est basse : *le condensateur C2 est alors soumis à une différence de potentiel*. Il se charge à travers R6. Quand la différence de potentiel aux bornes de C2 atteint la valeur de 0,6 V, T2 redevient conducteur car sa base est reliée à C2. **Le potentiel du collecteur de T2, et donc aussi celui de la sortie B du dispositif, redeviennent bas.** T1 est de nouveau bloqué jusqu'à l'impulsion de commande suivante.

La durée de l'impulsion à la sortie de l'univibrateur est donc déterminée par la valeur de C2 et par celle de R6. Il est évident que cette durée doit être inférieure à la durée d'une période du cycle d'allumage de la bougie, à la vitesse maximale de rotation du moteur. S'il n'en était pas ainsi certaines impulsions de commande arriveraient pendant que T1 est encore conducteur et ne seraient pas prises en compte. Le nombre de tours indiqué serait alors incorrect.

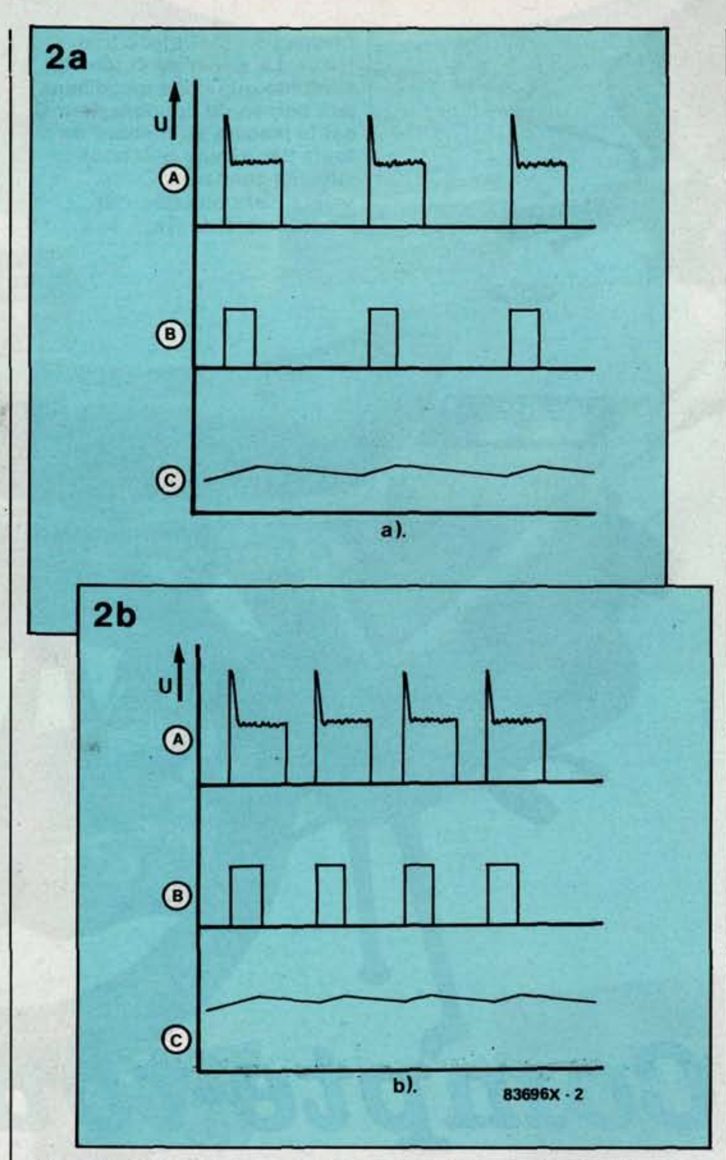


***Figure 2** - Trois formes de signaux tels qu'ils sont présents dans ce circuit. A un régime bas du moteur correspond une tension intégrée de faible niveau. La valeur de cette tension est élevée lorsque le moteur tourne vite. Elle est proportionnelle au régime du moteur.*

La diode zener D1 a pour fonction de limiter l'amplitude du signal de sortie de la bascule monostable. Grâce d'une part à cette limitation d'amplitude et d'autre part à la stabilisation de la tension d'alimentation, le compte-tours est totalement indépendant des variations du voltage de votre engin motorisé.

L'ÉTAGE DE SORTIE

Nous disposons maintenant d'une tension de sortie rectangulaire calibrée. Encore un peu de patience : il n'est pas possible de l'envoyer sous cette forme-là vers la bobine mobile de votre instrument. Il faut d'abord la transformer en une tension continue dont la valeur moyenne sera proportionnelle au nombre d'impulsions, ce dont se charge le filtre passe-bas de la **figure 5**.

En fait, il s'agit là d'un circuit d'intégration. Au moment où le flanc d'une impulsion isolée atteint C4 par P1 et R8, ce condensateur se charge lentement. Après cette impulsion, il se décharge lentement. La variation de la tension aux bornes de C4 n'a donc pas de forme angulaire ni de flanc raide : les coins sont arrondis. Lorsqu'un train d'impulsions rectangulaires est envoyé vers le circuit, le condensateur n'a pas le temps de se décharger complètement entre deux impulsions. A la tension résiduelle de l'impulsion passée s'ajoute la tension intégrée de l'impulsion suivante, et ainsi de suite. Il en résulte une tension continue moyenne, dont l'ondulation résiduelle n'affecte pas la mesure du nombre de tours par minute.

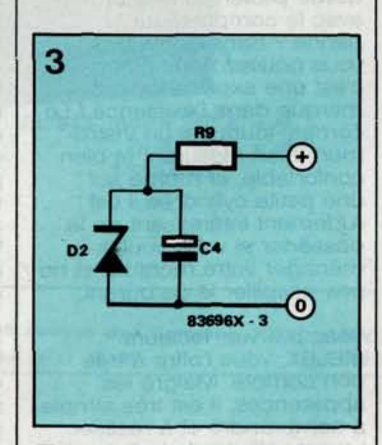


***Figure 3** - Le circuit de stabilisation évite que les variations de la tension de l'installation électrique de bord n'influencent la précision du compte-tours.*

SCHEMA D'ENSEMBLE

Assemblez les schémas détaillés dont vous venez de découvrir les particularités et vous obtiendrez le schéma d'ensemble de la **figure 6**. Pour réaliser le capteur d'impulsions de commande, il suffit d'enrouler un bout de fil de cuivre rigide dix fois autour du câble d'allumage. *Un fil isolé de 0,5 mm de diamètre convient parfaitement*. Le début de l'enroulement est laissé en l'air! Grâce au condensateur C1, seul le flanc raide d'une impulsion peut commander le déclenchement de la bascule monostable : *celle-ci* ne réagit donc pas à un niveau de tension proprement dit, mais au passage d'un niveau à un autre. Nous verrons plus loin les mesures à effectuer sur le circuit et comment régler le *compte-tours* à l'aide du potentiomètre P1.

RETROUSSEZ VOS MANCHES

Tout le circuit de la *figure* 6 peut être monté sur une platine expérimentale ELEX de format 1 (40 *mm* x 100 *mm*) *comme* le montre la **figure 7**. L'implantation des composants ne pose aucun problème. Prenez soin d'orienter convenablement les condensateurs électrolytiques C3 et C4, de même que les diodes zener D1 et D2. **L'anneau imprimé sur les diodes désigne le côté de la cathode. Il correspond au trait perpendiculaire à l'axe du symbole de la diode, utilisé dans les schémas**. Tenez compte de la puissance de D1, D2 et R9 indiquée dans la liste des composants. Enfin n'oubliez pas le minuscule pont de câblage tout près de T2 et tout ira bien. Dès que la platine est *câblée vous procédez* à la mesure des tensions sans connecter le capteur ni l'instrument. Pendant ces *mesures l'alimentation sera* fournie par une pile de 9 V. Prenez-en une neuve car la consommation du circuit est assez importante (55 *mA*). Six points de mesure sont indiqués sur le schéma **(figure 6)**. Repérez ces endroits sur votre platine, procédez aux mesures et comparez les résultats aux valeurs indiquées sur le tableau ci-dessous. Des différences de ±10% ne portent pas à conséquence.

Point de mesure	Tension (V)
1	0,6
2	0,6
3	2,5
4	0,6
5	0,1
6	3,3

S'il y a une difficulté, mesurez la tension de la pile, cherchez l'erreur de montage et éventuellement le composant défectueux. Dès que les mesures vous donnent satisfaction, vous pouvez procéder au réglage.

LE RÉGLAGE

C'est donc grâce au potentiomètre P1 que vous pouvez calibrer votre compte-tours.

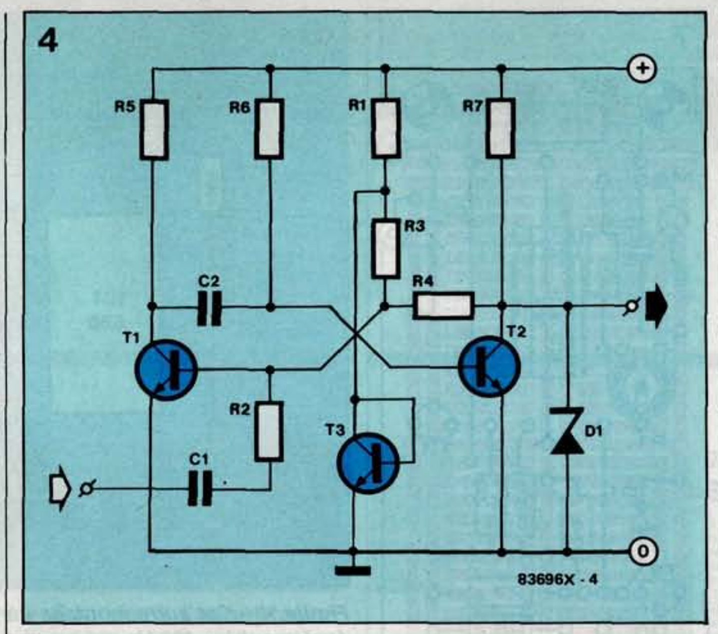


Figure 4 - L'univibrateur. Chaque impulsion de commande fait basculer ce monostable qui génère alors une impulsion rectangulaire.

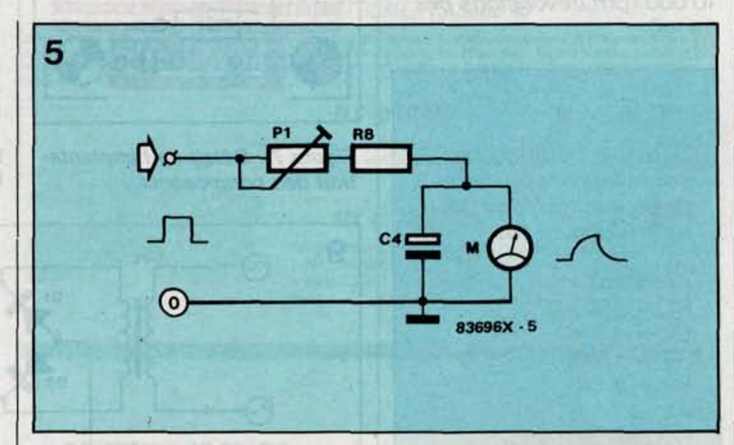


Figure 5 - Le circuit d'intégration est un filtre passe-bas qui transforme le signal rectangulaire en une belle tension continue dont le charme fera de l'instrument de bord un esclave asservi.

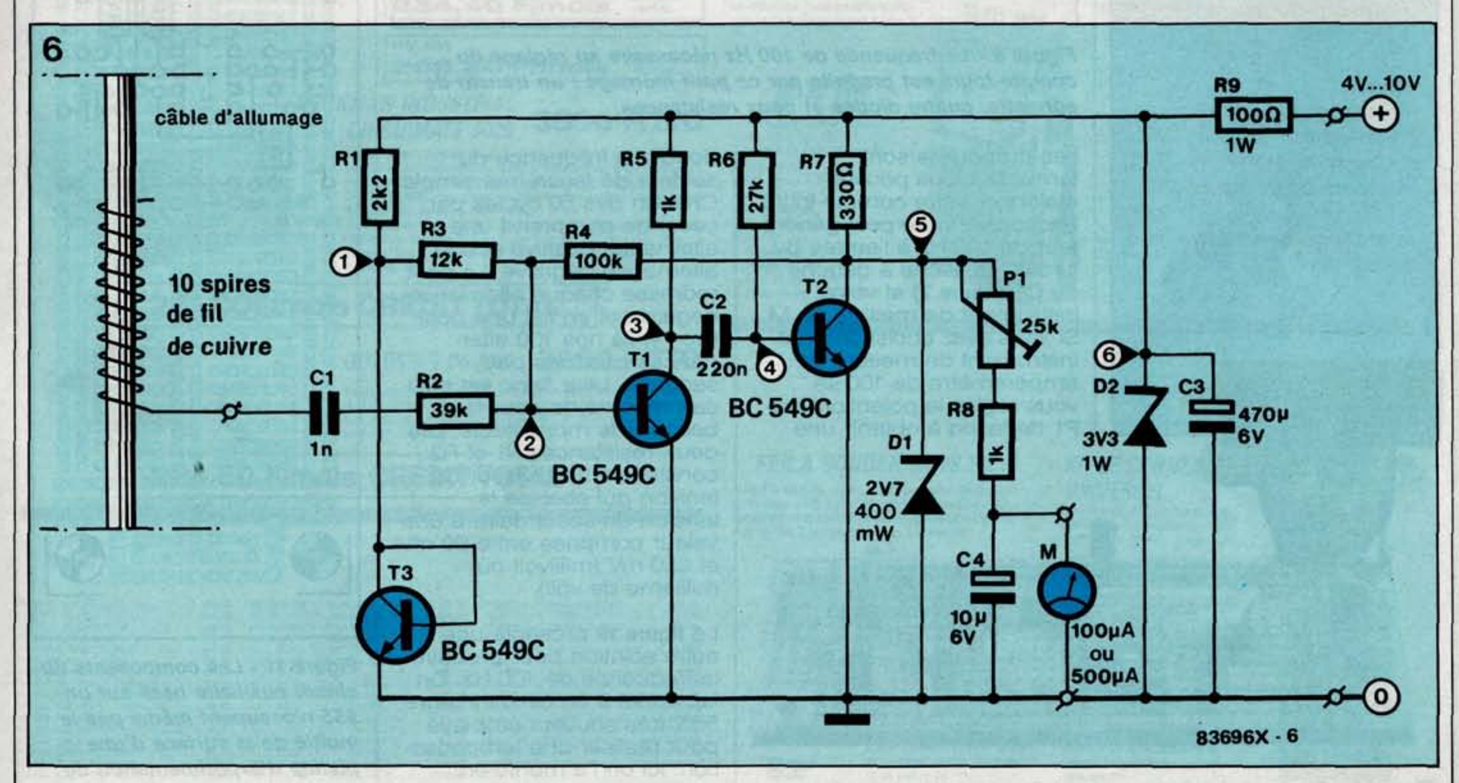


Figure 6 - Le schéma d'ensemble du compte-tours.

Pour effectuer ce calibrage il vous faut une source de signal dont vous connaissez la fréquence exacte. Prenez 100 Hz car cette fréquence est disponible dans toutes les prises du secteur. Evidemment vous ne pouvez pas appliquer les 220 V directement à votre circuit. Il faut d'abord réduire le voltage : à l'aide d'un transformateur de sonnette par exemple. Son enroulement secondaire délivre une tension comprise entre 3 V et 12 V, ce qui est parfait. Ensuite vous devez produire une fréquence de 100 Hz à partir de la fréquence de 50 Hz du secteur. Ce sera vite fait à l'aide du petit pont redresseur de la **figure 9**! L'autre avantage de cette fréquence de 100 Hz, c'est la facilité de calcul qu'elle introduit : 100 cycles par seconde correspondent à 6 000 tours par minute. Voilà justement un point de réglage favorable pour une échelle totale de 10 000 rpm (*revolutions per minut*).

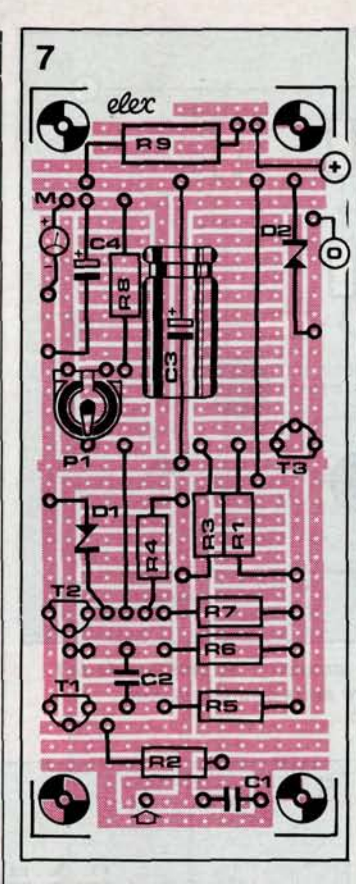


Figure 7 - Détail de l'implantation des composants.

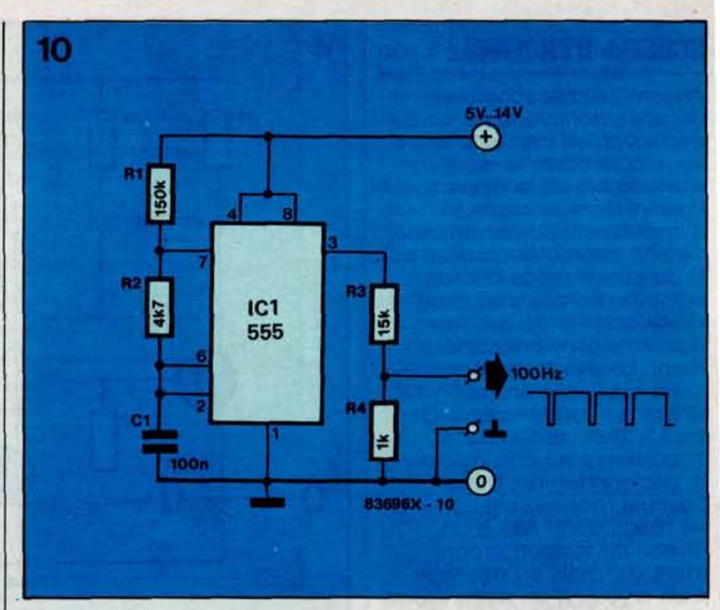


Figure 10 - Cet autre montage un peu plus sophistiqué génère également les 100 Hz qui correspondent à un régime de 6 000 rpm.

Liste des composants pour le circuit auxiliaire destiné au réglage du moteur (**figure 10**) :

Résistances :
R1 = 150 kΩ
R2 = 4,7 kΩ
R3 = 15 kΩ
R4 = 1 kΩ

Condensateurs :
C1 = 100 nF
C2 = 10 nF

Semi-conducteurs :
IC1 = 555

Divers :
1 platine d'expérimentation de format 1
40 mm × 100 mm
4 picots de soudure 1,2 mm
matériel de montage, fil isolé, etc.

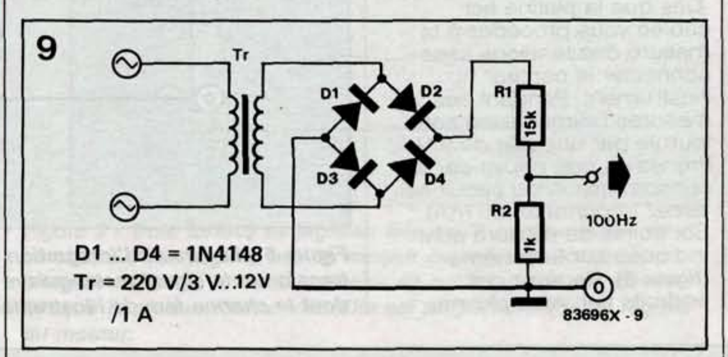


Figure 9 - La fréquence de 100 Hz nécessaire au réglage du compte-tours est produite par ce petit montage : un transfo de sonnette, quatre diodes et deux résistances.

Les préparatifs sont terminés, vous pouvez étalonner votre compte-tours. Raccordez votre petit générateur de 100 Hz à l'entrée du circuit : la flèche à gauche de C1 **(figure 7)** et votre instrument de mesure en M. Si vous avez choisi comme instrument de mesure un ampèremètre de 100 µA vous réglez le potentiomètre P1 de façon à obtenir une indication de 60 µA. Si vous en avez choisi un de 500 µA, réglez la déviation de l'instrument sur 300 µA. Dans les deux cas le réglage correspond à 6 000 rpm.

Encore un petit retour vers la **figure 9**. Le pont redresseur double la fréquence du secteur de façon très simple. Chacun des 50 cycles par seconde comprend une alternance positive et une alternance négative. Le pont redresse chaque alternance négative et en fait une positive : voilà nos 100 alternances positives par seconde. Leur flanc est suffisamment raide pour faire basculer le monostable. Les deux résistances R1 et R2 constituent un diviseur de tension qui abaisse la tension du secondaire à une valeur comprise entre 90 mV et 350 mV (millivolt ou millième de volt).

La **figure 10** présente une autre solution pour produire la fréquence de 100 Hz. On fait appel à un circuit intégré 555, très souvent employé pour réaliser une temporisation. Ici on l'a monté en multivibrateur et il devient un circuit oscillant dont le condensateur C1 détermine la fréquence et dont les résistances R1 et R2 fixent la durée des impulsions. La valeur de ces composants joue donc un rôle critique et il faut les choisir avec une tolérance très faible. Pour alimenter ce circuit, prenez également une petite pile de 9 V en bon état. Et . . . bonne route !

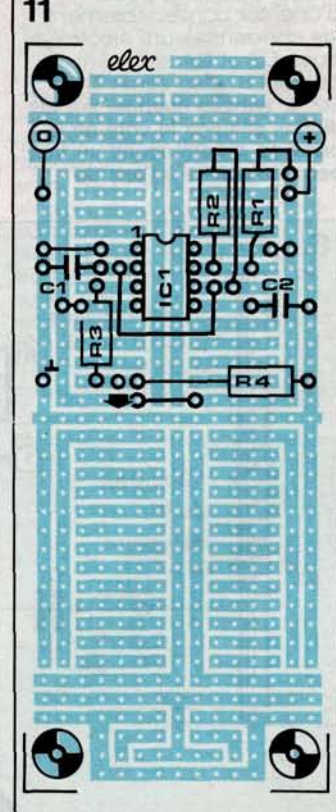


Figure 11 - Les composants du circuit auxiliaire basé sur un 555 n'occupent même pas la moitié de la surface d'une platine d'expérimentation de petit format.

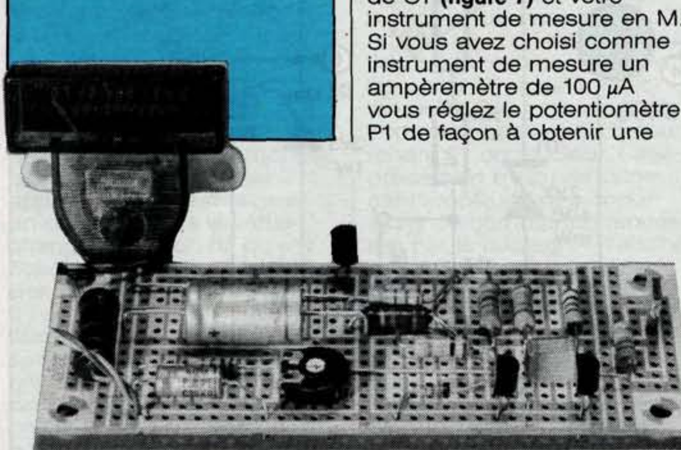
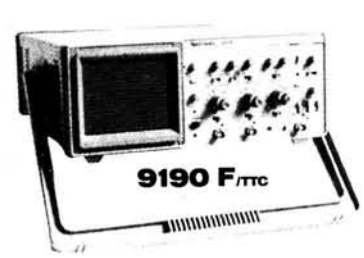


Figure 8 - Photo de la platine prête à être installée à bord.

CREDIT TOTAL sur les oscilloscopes

Pas de versement comptant - Soumis à l'acceptation du dossier - mensualités données à titre indicatif

TEKTRONIX 2225



9190 F/TTC

Leader depuis 40 ans, Tektronix tend vers la perfection. une aura de prestige entoure la technologie qui préside à la réalisation de ses appareils. Le 2225 réunit les solutions d'avant garde qui assurent confort et possibilités étendues d'utilisation. Venez l'essayer chez PENTA. Bande passante 5 ns/div. Impédance 1 M.ohm, 25 pF. Entrée maxi 400 V. Expension × 50. Déclanchement crête/crête, auto, normal, trame, ligne TV, monocoup. Couplage alternatif/contin0. Réjection HF/BF. Poids 6 kg.

Garantie 3 ans. Livré avec 2 sondes.

CREDIT TOTAL 273,70 F/mois

HAMEG : UN NOM QUI EN DIT LONG



HM 203-6, le plus vendu en Europe

3835 F/TTC

Bande passante 2 × 20 MHz. Sensibilité 2 mV/div. Balayage 20 ns/div. Trigger à 20 MHz. Impédance 1 M.ohm, 30 pF. Entrée max 400 V. Expension × 10. Testeur de composants. Poids 7 kg. GARANTI 2 ANS. LIVRE AVEC 2 SONDES.



HM 604, un 2 × 60 MHz musclé

6760 F/TTC

Bande passante 2 × 60 MHz. Sensibilité 1 mV/div. Balayage 5 ns/div. Retard de balayage. Durée d'inhibition variable. Trigger à 80 MHz. Impédance 1 M.ohm, 30 pF. Entrée max 400 V. Expension × 10. Générateur de signaux carrés 1 MHz.
GARANTI 2 ANS. LIVRE AVEC 2 SONDES



HM 204, signe particulier : Performance

5470 F/TTC

Bande passante 2 × 20 MHz. Sensibilité 1 mV/div. Balayage 10 ns/div. Retard de balayage. Durée d'inhibition variable. Trigger à 50 MHz. Impédance 1 M.ohm, 30 pF. Entrée max 400 V. Expension × 10. Testeur de composants. Poids 7 kg.
GARANTI 2 ANS. LIVRE AVEC 2 SONDES

HM 203-6 — 208,40 F/mois CREDIT TOTAL

HM 204 — 234,40 F/mois CREDIT TOTAL

HM 604 — 268,40 F/mois CREDIT TOTAL

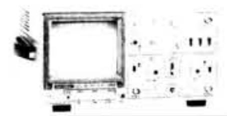
BECKMAN INDUSTRIAL CIRCUIMATE 9020 **3890 F/TTC**



Ligne à retard comprise. Equipée d'un grand nombre de fonctions comprenant le déclenchement du signal et son maintien, le déclenchement coup à coup, le retard de balayage et un testeur de composants, le **CIRCUITMATE 9020** vous apporte l'efficacité d'un appareil très soigné et d'emploi très simple. Garanti 1 ans.
Caractéristiques : 2×20 MHz - Sensibilité vert. 1 mV/div ; horiz 50 nS/div - Retard de balayage 10 S à 0,1 μS - Exp. par × 1 et × 10 - Trigger à 30 MHz - Imp. d'entrée 1 MΩ et 25 pF - Entrée max 400 V/CC - Temps de montée 17,5 nS.

251,00F/mois CREDIT TOTAL

GOLDSTAR OS-7020 **3390 F/TTC**



Bande passante 2 × 20 MHz, sensibilité 1 mv/div., entrée maxi 500 vpp ou 300 v, spécial tv sync, rise time à moins de 17,5 n sec., modes trigger auto, nom, tv-v ou tv-h, coupleur AC, HF, LF, DC.
GARANTI 1 an

224,50 F/mois CREDIT TOTAL

FLOPPY 2/3 TAILLES	130,00	METAL CAC11 55x45x125	28,10	PLASTIQUE 110PM CAC110	22,80
FLOPPY PLEINE TAILLE	130,00	METAL CAC14 200x80x140	136,70	PLASTIQUE 115PM CAC115	27,80
EFFACEUR D'EPROM	99,00	METAL CAC17 250x100x160	174,60	PLASTIQUE 220PM CAC220	44,60
PUPITRE RA1 CACPU1	60,00	METAL CAC19 350x130x220	286,45	PLASTIQUE RP0 CACP0 90x45x30	19,20
PUPITRE RA2 CACPU2	104,50	ALU. 85155 CAC20 55x155x85	75,30	PLASTIQUE RP1 CACP1 110x55x35	24,30
PUPITRE RA3 CACPU3	120,60	ALU. 85205 CAC21 55x205x85	78,00	PLASTIQUE RP2 CACP2 125x70x40	30,10
PUPITRE RA4 CACPU4	155,60	ALU. 55155 CAC22 55x155x150	108,00	PLASTIQUE RP3 CACP3 155x90x50	39,50
METAL RU1 CAC1 73x54x74	35,90	ALU. 55205 CAC23 55x205x150	103,60	PLASTIQUE RP4 CACP4 190x110x60	51,25
METAL RU2 CAC3 73x54x104	42,00	ALU. 80205 CAC24 80x205x150	122,40	PLASTIQUE FACE PLEXI CAC678	45,00
METAL RU3 CAC5 73x54x134	44,80	ALU. 80255 CAC25 80x255x150	139,00	PLASTIQUE FACE PLEXI CAC683	82,00
METAL RM 574 CAC2 125x75x155	55,10	ALU. 55255 CAC26 55x255x150	115,00	PLASTIQUE CARE4 247×102×220	169,40
METAL RM 334 CAC4 125x35x105	35,00	ALU. 55105 CAC27 55x105x150	84,20	RACK METAL NOIR PRO. 1U CARAC1	238,00
METAL CAC6 40x25x55	17,50	ALU. 80105 CAC28 80x105x150	93,20	RACK METAL NOIR PROF. 2U CARAC2	254,00
METAL CAC7 55x25x75	22,90	ALU. 80155 CAC29 80x155x150	97,20	RACK METAL NOIR PRO. 3U CARAC3	287,00
METAL CAC8 40x35x75	23,50	ALU. LC860 CA860 80x250x180	110,00	RACK METAL NOIR PRO. 4U CARAC4	320,00
METAL CAC9 105x35x75	26,30	360/120/300/ET 38/13 CAC36	209,60		

DM10 **339F TTC**

17 gammes. Affi. 3 1/2 digits. Test diodes. Tension CC, 5 cal. de 0,2 à 1000 V, précision 0,8%. Tension CA, 2 cal., 200 et 500 V, précision 1,2%. Courant CC, 4 cal. de 200 μA à 200 mA, précision 1,2%. Résis., 5 cal. de 200 Ω à 200 MΩ, précision 1%.



DM25L **689F TTC**

30 gammes. Affichage 3 1/2 digits. Test diodes et transistors. Gain transistors. Mesure logique (TTL). Mesure des capacités. Impédance 10 MΩ. Précision V/CC 0,8%, V/CA 1,2%, I/CC 1,25%, I/CA 1,8%. Calibre 2000 MΩ. Calibre 10A.



DM800 **1356F TTC**

28 gammes. Affi. 4 1/2 digits. Compt. de fréq., test diodes et de continuité. Fréq. jusqu'à 200 kHz. Tension CC de 200 mV à 1000 V, précision 0,05%. Courant CC de 200 μA à 10 A, précision 0,3%. Courant CA de 200 μA à 10 A, précision 0,75%.

METRIX / ITT INSTRUMENTS Série 40

La nouvelle série 40 se caractérise par la commutation automatique des calibres et un affichage exceptionnel de 4000 points de mesure. Les modèles 43,45 et 47, totalement étanches, peuvent s'utiliser dans toutes les conditions, même les plus humides. Equipés de 2 fonctions mémoires, ils peuvent, soit stocker une valeur ponctuelle, soit le maximum de la valeur efficace d'un signal sinusoïdal ou RMS avec le MX 47.

MX 40 **1047F TTC**

Précision tension CC : 0,7% ; CA de 40 à 400 Hz : 2%, de 400 Hz à 1 kHz : 3% ; intensité CC/CA : 1,5%.

MX 45 **1637F TTC**

Précision tension CC : 0,1% ; CA de 40 à 400 Hz : 0,75%, de 400 Hz à 1 kHz : 1,7% ; intensité CC/CA : 0,7% — Etanche à l'eau.

MX 43 **1287F TTC**

Précision tension CC : 0,3% ; CA de 40 à 400 Hz : 1%, de 400 Hz à 1 kHz : 2% ; intensité CC/CA : 0,7% — Etanche à l'eau.

MX 47 **2237F TTC**

Précision tension CC : 0,1% ; CA de 40 Hg à 1 kHz : 0,6%, de 1 à 5 kHz : 1,5% ; jusqu'à 20 kHz : 3% ; intensité CC/CA ; 0,7% — Mesure directe des températures — Etanche à l'eau.

RECEPTEUR DE TRAFIC TK 339

Devenez curieux :
Comment se passe un atterrissage ? un décollage ? une procédure d'approche ? un détournement d'avion ?



162F/TTC

- Récepteur GO/FM AIR/CB
- GO 155 à 260 KHz
- FM-AIR 88 à 108 MHz et 108 à 139 MHz (Aviation)
- CB canaux 1 à 40
- 4 piles UM 3
- Prise casque
- Prise alimentation extérieure 6 V (AD 4170)
- Réglage du souffle "SQUELCH"
- Dragonne
- Noir et Anthracite
- Dimensions : 210 × 95 × 52

TELEVISEUR PORTABLE NOIR ET BLANC TC 930

Laissez donc votre femme suivre son match de foot à la télé et regardez tranquillement Dimanche Martin sur ce nouveau téléviseur portable...

578F/TTC

- Téléviseur portable noir et blanc
- Ecran de 12 cm
- VHF/UHF
- CCIR B/G Europe et L France
- Tube à allumage rapide
- Antenne télescopique incorporée
- Secteur 220 V avec adaptateur extérieur
- Batterie 12 V
- Prise casque/prise antenne extérieure. Couleur anthracite. Fournie avec alimentation extérieure, cordon pour allume-cigare, raccord antenne extérieure. Dimensions : 12 × 14 × 17 cm

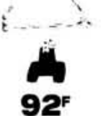


FER A SOUDER SANS FIL

Temps de chauffe inférieur à 25 secondes. Température du fer égale à 400 °C. Support de fer servant de recharge. Capuchon de protection de panne. Alimentation sur secteur fournie. 2 accumulateurs de 1,5v fournis



262F TTC



92F

OUTIL TROISIEME MAIN

Support de platine réglable dans tous les sens. Universel pour CI, câbles, composants, etc.
D'une grande aide pour souder, étamer, coller. Pied en fonte très lourd.



KIT DE CONNEXION UNIVERSEL

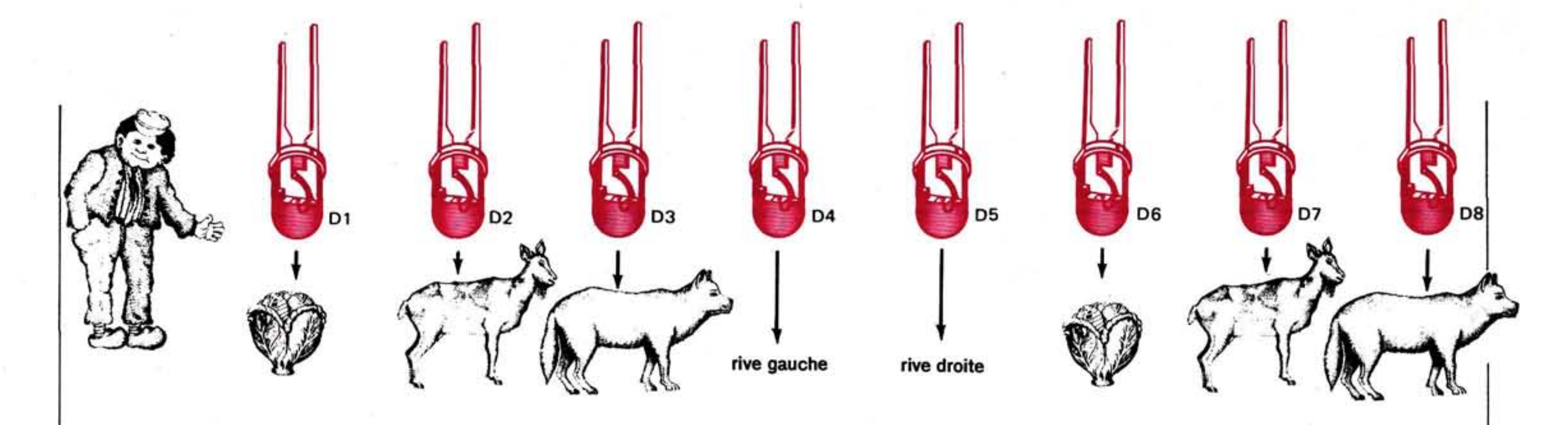
Jeu de cordons avec divers adaptateurs pour utilisations variées. Livré sous blister. pointes de touches
- prises bananes
- pinces crocodile

37,30F

CIRCUIGRAPH

Le nouveau système de connexion pour écrire l'électronique. Permet la réalisation des circuits sans aucune soudure, sans support spécial et sans utilisation d'aucun procédé chimique.
Stylo circuigraph **178,00 F**
Plaques perforées **22,00 F**
Double face autocol. .... **24,10 F**



la logique sans hic

4ème partie

ménager la chèvre et le chou, un vieux problème résolu par la logique électronique

Le mois passé, nous avons reparlé des combinaisons logiques NON-ET (NAND; la sortie est à "1" sauf quand les entrées sont elles-mêmes toutes les deux à "1") et NON-OU (NOR; les sorties ne sont à "1" que lorsque les entrées sont toutes deux à "0"). La nature de ces fonctions rend leur table de vérité assez facile à retenir. Il est temps maintenant de mémoriser ces tables une bonne fois pour toutes.

NON ET (NAND)

NON-OU (NOR)

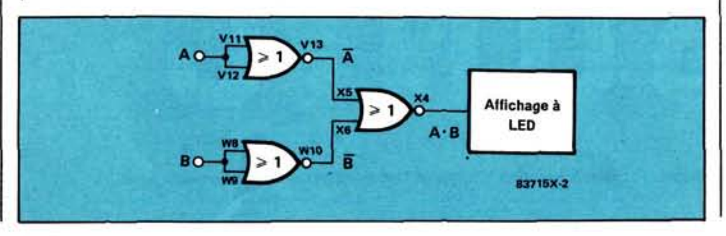
83715X-1

A	B	NON-ET (NAND) $\overline{A \cdot B}$	NON-OU (NOR) $\overline{A + B}$
0	0	1	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	0

Ce petit rappel n'est pas tellement innocent puisqu'il nous ramène droit aux deux colles qui vous ont été proposées. Il s'agissait en premier lieu d'établir une fonction ET à l'aide d'opérateurs NON-OU (NOR). La table de vérité de cette combinaison s'écrit comme ceci :

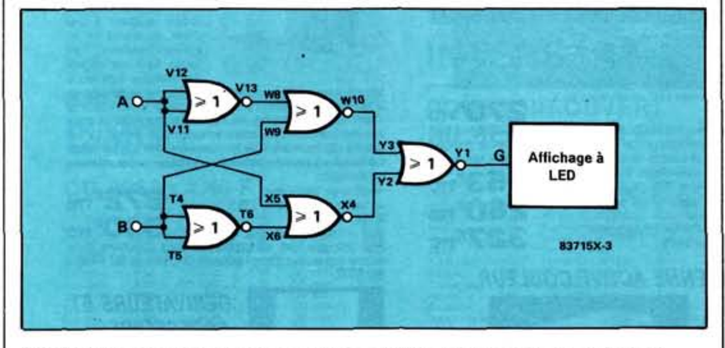
A	B	NON-OU (NOR) $\overline{\overline{A} + \overline{B}}$	ET (AND) $A \cdot B$
0	0	1	0
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	1

L'état des entrées doit être inversé, comme nous l'avons déjà fait lorsque nous avons créé la fonction OU à l'aide d'opérateurs logiques NON-ET. Comme inverseurs, nous utiliserons des opérateurs NON-OU dont les entrées seront pontées.



A	B	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A} + \overline{B}$	$\overline{\overline{A} + \overline{B}} = A \cdot B$
0	0	1	1	1	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	0	1

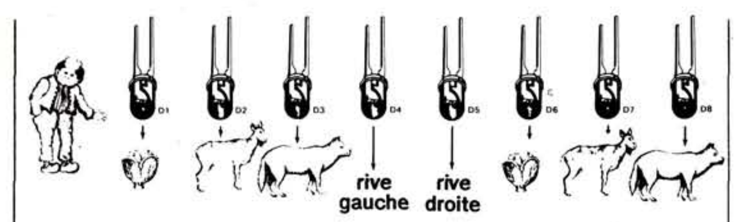
Dans la deuxième colle, il s'agissait de découvrir la nature de la fonction obtenue en réalisant le montage suivant à l'aide d'opérateurs NON-OU.



(L'opérateur V monté en inverseur, est un opérateur NON-ET sur la platine DIGILEX). La solution est très simple. Lorsqu'on essaye le montage, on constate que la sortie indique si les deux entrées sont dans le même état.

Cet opérateur est appelé OU inclusif, ou NON-OU exclusif (cette fonction est donc l'inverse de la fonction OU exclusif; **la sortie n'est à "1" que lorsque les entrées sont au même niveau haut ou bas**). On lui donne aussi le nom de fonction d'équivalence dont voici la table de vérité :

A	B	$\overline{A}$ (V13)	$\overline{B}$ (T6)	$\overline{\overline{A} + B}$ (W10)	$\overline{A + \overline{B}}$ (X4)	Y1
0	0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0
1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1



LE LOUP, LA CHEVRE ET LE CHOU

Et maintenant voici notre petit problème de logique. Un paysan arrive sur la berge d'un rivière. Il veut la traverser dans sa petite barque, mais se trouve confronté à un problème ardu, car il doit emmener trois compagnons : un loup, une chèvre et un chou. Or la barque est trop petite pour tout ce monde, au point qu'il ne peut embarquer qu'un seul de ses compagnons à la fois. Il devra *donc faire plusieurs voyages. Mais que va-t-il se passer s'il* abandonne le chou à la convoitise de la chèvre, sur la même rive, alors qu'il traverse la rivière avec le loup; ou s'il livre la chèvre aux crocs du loup pendant qu'il traverse avec le chou ?

L'électronique vous permet de résoudre ce problème, en faisant appel aux 12 opérateurs logiques de la platine DIGILEX et moyennant l'établissement de 28 liaisons câblées. Le circuit indiquera sur quelle rive se trouvent les animaux et le chou, mais aussi s'il y a danger pour le chou **ou** pour la chèvre (dans cette histoire le loup ne risque rien).

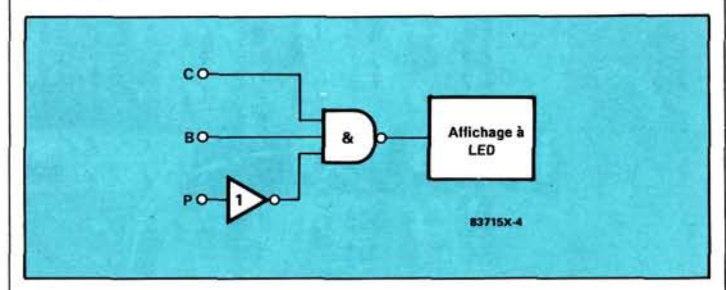
DEFINITIONS

Avant de se mettre au travail, il est nécessaire de définir clairement les conventions.
Pour les opérateurs logiques intégrés, la tension de 5 V correspond à l'état logique 1, et la tension de 0 V à l'état logique 0. L'utilisateur, c'est-à-dire vous, devra informer son circuit de l'endroit où se trouvent les quatre acteurs : le loup, la chèvre, le chou et le paysan. Pour cela on attribue une entrée à chacun des personnages. **Celui dont l'entrée est à état logique "0", se trouve sur la rive droite. Une entrée à l'état "1" indique que le personnage correspondant est sur la rive gauche.**
Les trois premières LED indiquent si le chou (D1, point de connexion A), la chèvre (D2, point de connexion B), ou le loup (D3, point de connexion C) se trouvent sur la rive gauche. *Les LED D6 (F), D7 (G), D8 (H) indiquent qu'ils se* trouvent sur la rive droite. Les LED D4 (D) et D5 (E) s'allument s'il y a danger respectivement sur la rive gauche **ou** sur la rive droite.
(Installez votre platine DIGILEX le long du bord supérieur de cette page, et profitez ainsi de l'illustration correspondant à la signification des différentes LED).
Les quatre entrées du circuit seront pourvues chacune d'un fil permettant de les mettre à l'état "0" ou "1". Le point de connexion K13 est l'entrée du chou (*C = chou*), L10 celle de la chèvre (*B = bique*), M4 celle du loup (*L = loup*) et N2 celle du paysan (*P = paysan*).

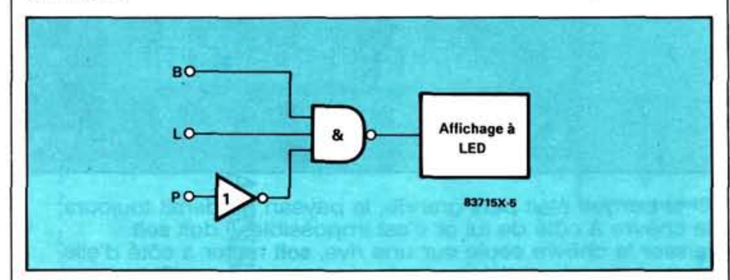
LE CIRCUIT

Installez d'abord le câblage des LED. Les trois LED de gauche doivent s'allumer si les entrées correspondantes sont au niveau logique "1". Pour vérifier, il suffit d'installer les connexions A-K13,
B-L10 et
C-M4.
On n'a pas prévu de LED pour le paysan puisqu'il pilote la barque.
Les trois LED de droite doivent s'allumer si les entrées correspondantes sont raccordées à la piste "0". Il faut pour cela, placer des inverseurs entre les entrées et les sorties. A cette fin vous utiliserez des opérateurs NON-ET (NAND) dont une entrée restera "en l'air". Le circuit intégré interprète cela comme un état logique "1". Vous établirez donc les connexions :
F-K11,
G-L8 et
H-M6.

Il est néanmoins préférable soit d'interconnecter les deux entrées des opérateurs utilisés en inverseurs, soit de forcer l'entrée inutilisée au niveau "1" en la portant au potentiel de la tension d'alimentation par un câblage approprié.
Il reste à mettre en place le dispositif d'alarme (LED D et E) pour les cas où la chèvre **et** le chou, ou bien le loup **et** la chèvre se trouveraient seuls sur une rive en l'absence du paysan. Le circuit comporte donc deux parties pour chaque rive. Commençons par celui de la rive gauche. Il y a danger si nous nous trouvons dans la situation suivante : C="1", B="1" et P="0", c'est-à-dire quand chèvre et chou sont seuls. Dans ce cas la LED D doit s'allumer. Le circuit logique qui réalise cette situation est simple :



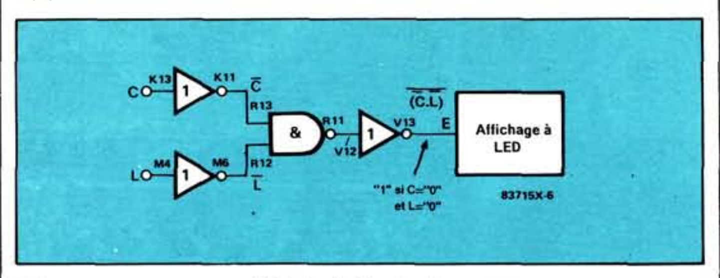
L'autre situation dangereuse (loup et chèvre seuls) s'écrit : B="1", L="1" et P="0". Tout comme pour la première situation, le circuit adéquat est un opérateur logique ET à trois entrées :



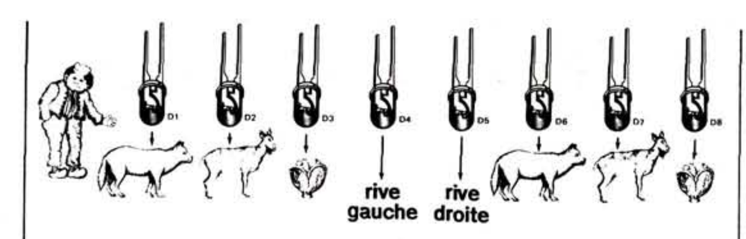
Il n'existe malheureusement pas d'opérateur ET à trois entrées sur notre platine. Il faut donc trouver une autre solution, sans toutefois avoir recours aux solutions mathématiques qui nécessiteraient une connaissance déjà approfondie de l'algèbre de Boole.
Contournons le problème en nous posant la question inverse : *quand n'y a-t-il* pas *de danger ?*
La réponse à cette question est plus facile à obtenir avec les moyens dont nous disposons. Une fois le problème résolu, il suffit d'*inverser le résultat obtenu, afin de donner* l'alarme en cas de danger. Cette inversion est possible avec les opérateurs que nous utilisons puisqu'ils sont tous pourvus d'un inverseur.

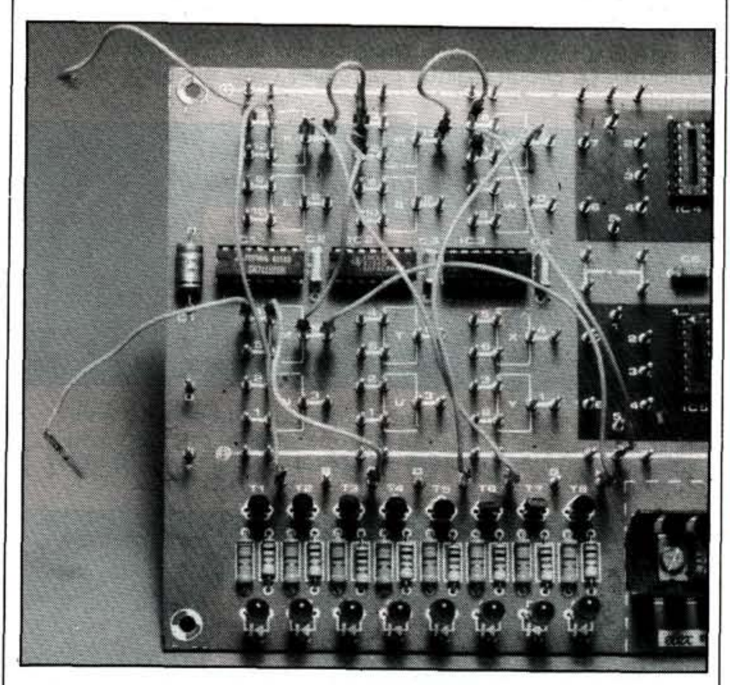
Il suffit à présent de combiner les deux circuits (chèvre-chou et chèvre-loup) avec un opérateur OU pour former le circuit d'alarme complet d'une rive.

Remarquez que la chèvre joue un rôle essentiel dans ce problème puisqu'à la fois, elle convoite le chou et elle est convoitée par le loup. Le paysan n'a vraiment la paix que si la chèvre se trouve seule sur une rive, les deux autres acteurs étant sur l'autre rive. Dans cette situation, les entrées C et L sont simultanément au niveau logique "0" : la sortie du circuit ci-dessous se trouve alors au niveau "1".

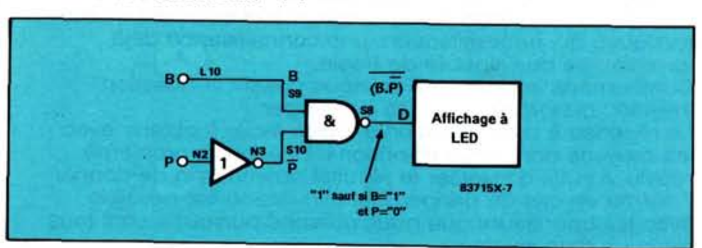


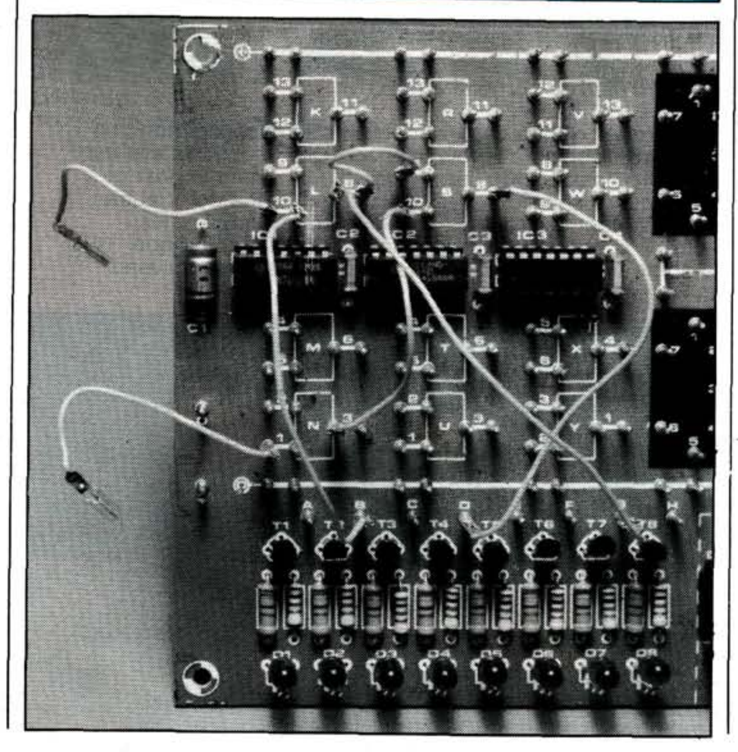
Puisque nous avons déjà installé des inverseurs aux entrées C et L, le câblage sera très simple. L'opérateur logique R réalise la fonction NON-ET (NAND) et l'opérateur NON-OU V (NOR), sert d'inverseur.
Voici le câblage à installer :
K11-R13, M6-R12, R11-V12 et V11-0. Pour faire un essai, établissez la liaison V13-E (indicateur).





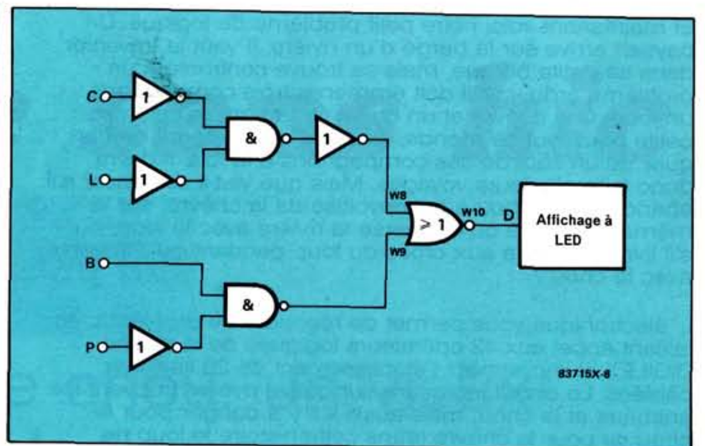
Si la barque était plus grande, le paysan garderait toujours la chèvre *à côté de lui or c'est impossible*. Il doit **soit** laisser la chèvre seule sur une rive, **soit** rester à côté d'elle lorsqu'elle est en présence du chou **ou** du loup. Si la sécurité est assurée de cette façon, la sortie du circuit ci-dessous est au *niveau* "1".





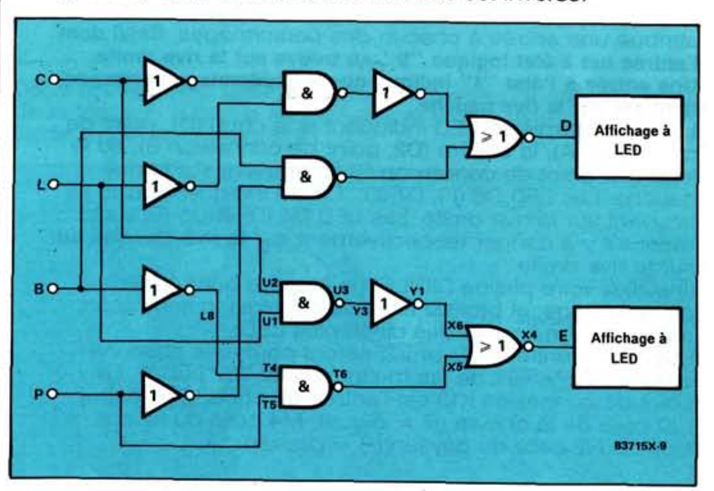
Voici le câblage de ce circuit :
L10-S9 (*il faut au préalable modifier* B-L10 en B-S9),
N3-S10 et
S8-D.

Cette liaison sert au test du circuit. Les deux circuits *partiels étudiés ci-dessus "savent"* quand les biens du paysan sont en sécurité. Puisqu'il suffit que l'un des deux circuits d'alarme soit activé, on les combine avec un opérateur NON-OU (NOR) W. La fonction OU (OR) de l'opérateur *NON-OU (NOR) signale* si l'une **ou** l'autre condition de sécurité est remplie. L'inverseur inverse le niveau de sortie de la fonction OU, afin que la LED D s'allume s'il y a danger sur la rive gauche.



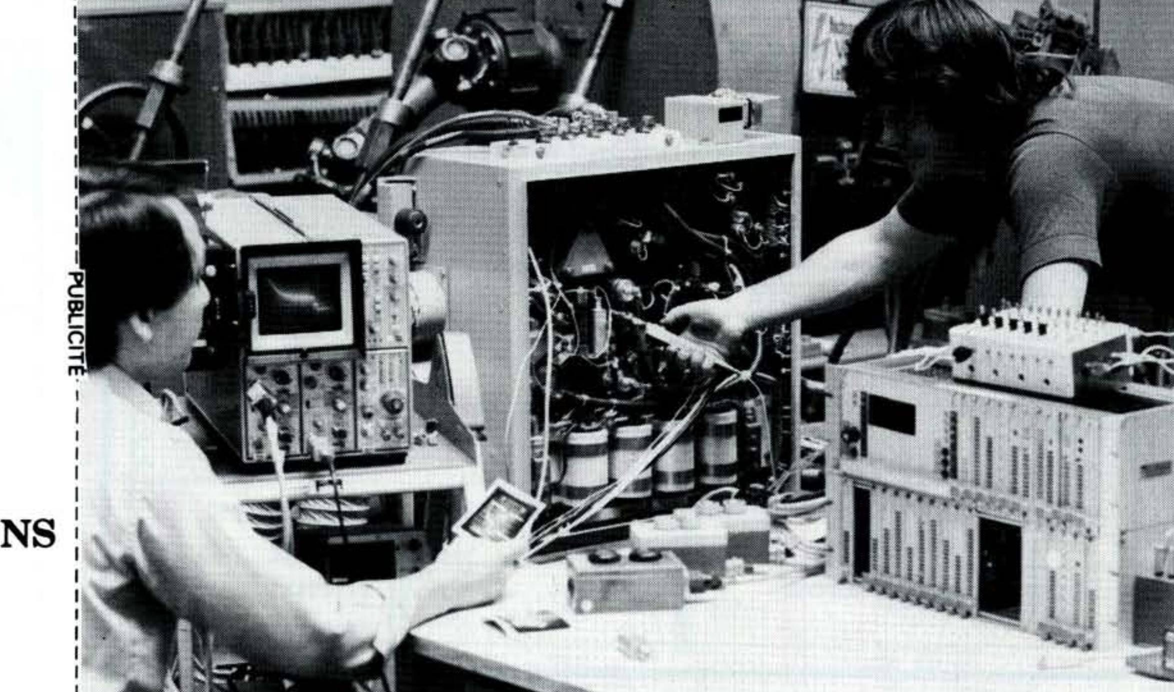
Le câblage est le suivant :
enlever S8-D et V13-E,
puis placer S8-W9,
V13-W8 et
W10-D.

La sécurité de la rive gauche est donc assurée. Pour la rive droite, le circuit est conçu de façon identique. Ici c'est un niveau "0" et non un niveau "1" qui signale la présence d'un personnage sur la rive. Le circuit pour la rive droite est par conséquent le même que celui de la rive gauche, mais le niveau des entrées est inversé.



Il faut donc réaliser le câblage suivant :
K13-U2 (modifier d'abord K13-A en A-U2),
M4-U1 (modifier d'abord M4-C en U1-C),
U3-Y3,
Y2-O,
Y1-X6,
L8-T4 (modifier d'abord L8-G en T4-G),
N2-T5,
T6-X5,
X4-E.

La LED E s'allume si la chèvre **ou** le chou courent un danger sur la rive gauche.
Bonne chance, et ne vous faites pas dévorer !



Directeur de la publication : Marinus Visser Imprimé par NDB, NL-2382 Leiden, Pays-Bas — n° CPPAP : 70184